



INSTITUTO POLITÉCNICO de PORTALEGRE

INSTITUTO POLITÉCNICO DE
PORTALEGRE



ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO
INSTITUTO POLITÉCNICO de PORTALEGRE

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO DE
PORTALEGRE

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE
MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE
ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO
NORTE ALENTEJANO, S.A.

CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ELECTROMECAÂNICA
- MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

RICARDO JORGE TOMÁS RIBEIRO

RELATÓRIO ORIENTADO PELO ENG.º PAULO BRITO

MARÇO DE 2013

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

“O futuro não é um lugar para onde vamos, mas um lugar que estamos criando.

Os caminhos não são encontrados, são construídos.”

Anónimo

RESUMO

Nos dias de hoje, as atividades relacionadas com o abastecimento de água e saneamento, encontram-se em processo de desenvolvimento exponencial, existindo uma profunda mudança de paradigma, no sentido da qualidade, dos processos e do produto bem como a observação de medidas ambientais cada vez mais rigorosas.

Dadas as constantes exigências a que se assiste atualmente, o consequente aumento do investimento necessário, é essencial diminuir os gastos inerentes a esta atividade, tornando-a cada vez mais eficiente, fornecendo o melhor produto ao mais baixo preço. Por outro lado, a vertente social inerente ao abastecimento da água torna necessária uma fatura mais baixa o que condiciona uma vez mais a necessidade de diminuir os desperdícios, otimizando a relação gasto/lucro. Uma das áreas essenciais à eficiência é a manutenção dos sistemas, com vista a manter ao máximo o seu tempo de vida útil, diminuindo assim os gastos com equipamentos e infraestrutura.

As metodologias de eliminação de desperdício (Lean) ao longo de uma cadeia produtiva vêm sendo cada vez mais adotadas como meio para aumento da qualidade do produto. Sendo uma metodologia cada vez mais explorada, e tendo como base um conceito de melhoria contínua, o Lean é uma ferramenta que tem vindo a sofrer alterações no seu sentido de paradigma, transferindo a visão tradicional de aplicação aos sistemas de produção para uma implementação nas atividades de serviços.

Assim, a implementação de uma metodologia Lean que seja particularmente sensível à atividade de manutenção na área de serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais, pode constituir-se como uma tarefa inovadora e ao mesmo tempo complexa, no sentido de evidenciar novas formas de manter esta atividade com o mesmo nível de qualidade e quantidade a um custo inferior.

No caso particular da implementação da manutenção Lean numa Estação de Tratamento de Águas, a inclusão de ferramentas tais como a Manutenção Autónoma, a Engenharia de Manutenção, o TPM, o mapeamento da cadeia de valor pode permitir uma diminuição dos custos associados de valores superiores a 80% no caso da manutenção corretiva e 50% no caso da manutenção preventiva.

Palavras-Chave: Lean, manutenção, abastecimento de água, saneamento de águas residuais

ABSTRACT

Nowadays, water supply and waste waters related activities are yet in an exponential development process, where exists a deep changing philosophy, looking towards quality, processes and products, never disregarding the increasingly strict environmental care.

Due to constant actual demands and the consequent and needed investment increase, the reduction of related costs becomes essential in this activity, therefore also becoming more efficient, allowing a product delivery at the most lower price. On the other hand, the social aspect related to water supply also needs to lower the consumer bill, which walks side by side with the need to decrease production waste, in a cost/profit based relation. One of the essential areas on efficiency processes is system maintenance, aiming to maximize life time on all equipment's and all infrastructures, directly resulting on lower costs.

Product waste elimination methodology (Lean) all the way in to a productive chain is becoming to be more and more selected as mean to product quality increase. As an increasingly explored methodology, based on continuous improvements, Lean is a constant changing toll in its own philosophy, transferring the traditional view on productions system application to be implemented on service activities.

Thus, Lean methodology implementation sensitive to services of water supply and waste water treatment maintenance area, may become, at same time, in to an innovating and complex task, as long as it seeks to highlight new ways to sustain this activity with same level quality and quantity at a lower cost.

In this particular case of LEAN maintenance implementation in an Water Plant Treatment, adding tools as Self Sustained Maintenance, Maintenance Engineering, the TPM and the chain value mapping, may allow an association of cost reduction above 80% on corrective maintenance and 50% on the preventive maintenance

Keywords: Lean, maintenance, water supply, waste water treatment

LISTA DE ABREVIATURAS

[s.d.] - Data de edição desconhecida;

[s.l.] - Local de edição desconhecida;

AdNA – Águas do Norte Alentejano, S.A.

CMMS – Computer Maintenance Management System (Sistema de gestão da manutenção por computador)

ETA – Estação de Tratamento de Águas

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

FMEA – Failure Modes and Effects Analysis (Análise de Modo e Efeito de Falha)

Hab-eq. – Habitante equivalente

JIT – Just-in-time

KPI – Key Performance Indicator (Indicadores chave de desempenho)

NP EN ISO – Norma Portuguesa European Norm International Standard Organization

OEE – Overall Equipment Effectiveness (Eficiência Global dos Equipamentos)

PEASAR – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais

RCM – Reliability Centered Maintenance (Manutenção Centrada na Fiabilidade)

TPM – Total Productive Maintenance (Manutenção Produtiva Total)

ÍNDICE

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II - ENQUADRAMENTO TEÓRICO	3
2.1. Manutenção.....	4
2.1.1 Evolução histórica da manutenção.....	4
2.1.2. Definição de Manutenção.....	6
2.2. Objetivos e Indicadores da Manutenção.....	7
2.3. Tipos de manutenção.....	8
2.4. Gestão Lean	10
2.5. Fundamentos da Metodologia Lean	11
2.6. Manutenção Lean	16
2.7. Sistemas de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais	21
2.8. Manutenção em Sistemas de Tratamento de Água e Águas Residuais	24
CAPÍTULO III - ENQUADRAMENTO OPERACIONAL	26
3.1. Implementação da Manutenção Lean	26
3.1.1. Fase 1 – Fase de avaliação Lean (2 a 4 Meses)	26
3.1.2. Fase 2 – Preparação Lean (2 a 6 Meses)	28
3.1.5. Fase 4 – Mobilização Lean (6 meses a 1 ano)	29
3.1.6. Fase 5 – Expansão Lean (4 meses a 1 ano)	30
3.1.7. Fase 6 – A sustentabilidade Lean	30
CAPÍTULO IV - PROPOSTA DE METODOLOGIA DE PLANEAMENTO DAS ACTIVIDADES DE MANUTENÇÃO NA AdNA	32
4.1. Motivação para o estudo e objetivos.....	32
4.2. Limitações ao projeto.....	32
4.3. Breve apresentação da Empresa.....	33
4.4. Estado atual da manutenção na AdNA	37
4.5. TPM.....	38
CAPÍTULO V - AVALIAÇÃO DO ESTADO DA MANUTENÇÃO NA ADNA	47
5.1. Estrutura Organizacional	47

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

5.2.	Documentação	48
5.3.	Sistema de gestão de manutenção informatizado (CMMS)	48
5.4.	Armazém	50
5.5.	Mapeamento da cadeia de valor	51
5.6.	Rotas	52
5.7.	Manutenção Autónoma.....	52
5.8.	Engenharia de Manutenção.....	53
5.9.	Plano de implementação da manutenção Lean na AdNA	55
CAPITULO VI - ANÁLISE PRÁTICA - ETA DA APARTADURA.....		62
6.1.	Enquadramento	62
6.2.	Caracterização da infraestrutura e equipamentos.....	62
6.2.1	Atividade de manutenção	65
6.3.	Estudo Comparativo	67
6.3.1.	Análise crítica e conclusiva do estudo comparativo	77
CAPÍTULO VII - ANÁLISE CRÍTICA/CONCLUSÃO.....		78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		80
ANEXOS		82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Princípios Lean	12
Figura 2 - Representação do Muda.....	13
Figura 3 - Definição das sete formas de desperdício	14
Figura 4 - Cultura empresarial tradicional vs Cultura empresarial Lean	16
Figura 5 - Representação esquemática de sistemas de abastecimento e saneamento...	22
Figura 6 - Atividade de abastecimento de água	34
Figura 7 - Atividade de saneamento de águas residuais (in Relatório e Contas 2011 AdNA)	34
Figura 8 - Estrutura organizacional da AdNA, S.A.....	36
Figura 9 - Pilares do TPM	39

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Evento Kaizen - Fase 1 - Preparação e formação.....	41
Quadro 2 - Evento Kaizen - Fase 2 – Discussão.....	42
Quadro 3 - Evento Kaizen - Fase 3 – Intervenção	43
Quadro 4 - Evento Kaizen - Fase 4 – Documentação	44
Quadro 5 - Evento Kaizen - Fase 5 – Acompanhamento	45
Quadro 6 - 1. ^a Fase de implementação Lean.....	55
Quadro 7 - 2. ^a Fase de implementação Lean.....	57
Quadro 8 - 3. ^a Fase de implementação Lean.....	58
Quadro 9 - 4. ^a Fase de implementação Lean.....	59
Quadro 10 - 5. ^a Fase de implementação Lean.....	59
Quadro 11 - 6. ^a Fase de implementação Lean.....	61
Quadro 12 - Identificação de equipamentos ETA Apartadura	64
Quadro 13 - Análise de custos.....	65
Quadro 14 - Estudo comparativo - 1. ^a Fase de implementação Lean.....	67
Quadro 15 - Estudo comparativo - 2. ^a Fase de implementação Lean.....	71
Quadro 16 - Estudo comparativo - 3. ^a Fase de implementação Lean.....	72
Quadro 17 - Estudo comparativo - 4. ^a Fase de implementação Lean.....	74
Quadro 18 - Estudo comparativo - 5. ^a Fase de implementação Lean.....	75
Quadro 19 - Estudo comparativo - 6. ^a Fase de implementação Lean.....	76

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

Num mercado em constante evolução, em que as leis concorrenciais são cada vez mais agressivas, no sentido do objetivo central – a satisfação do cliente, de forma otimizada, ou seja, alcançar o objetivo central minimizando os gastos e aumentando os lucros, a qualidade do produto/serviço determina-se como uma aposta essencial, uma vez que dela depende o objetivo central. A satisfação do cliente leva à fidelização do mesmo e ao aumento da quota de mercado, bem como a qualidade do produto/serviço leva à minimização dos gastos diretos e indiretos e, consequentemente a uma maior eficiência.

O pensamento Lean é uma forma de gestão baseado na eliminação do desperdício proveniente de um processo, reduzindo desta forma os custos inerentes e criando uma cadeia de valor para toda a hierarquia da empresa ao distribuir responsabilidades de melhoria contínua por todos os Colaboradores. Este modo de estar tem sofrido uma evolução crescente nas últimas décadas, tendo sido implementado no início do século passado pela indústria automóvel, mas estendendo-se mais tarde a todos os processos de produção, quer de produtos quer de serviços, e até alterando a sua focalização para outras áreas de atividade, nomeadamente a manutenção.

Nas empresas em que o processo produtivo se constitui como negócio principal, a manutenção constitui-se como ferramenta essencial para o seu sucesso e garantia de competitividade no mercado.

Quando um processo produtivo se torna de tal forma eficiente que não é possível a partir desse ponto reduzir o desperdício, é necessário garantir que o processo só irá mudar, no sentido da melhoria constante, ou seja, tentando ainda assim otimizar o processo, aumentando o que se ganha em termos de eficiência, e fazendo mais com menos, ou seja otimizando de forma contínua os recursos disponíveis, cada vez mais escassos.

Existe uma grande preocupação na minimização do gasto inerente a esta atividade, evitando que o gasto refletido na fatura do cliente leve à sua insatisfação, tornando mesmo essa fatura incomportável para o cliente. Ao se falar de bens essenciais para a subsistência de cada indivíduo, como é o caso da água, tem que se observar que não existe uma segmentação de mercado para este produto e que, por este motivo, o nosso produto tem como objetivo ser adquirido por todos os clientes. Não havendo segmentação, tem que se estabelecer um preço para o cliente final que seja comportável para todo o tipo de clientes, o que leva a que os nossos recursos tenham que ser utilizados de forma ainda mais eficiente, no sentido de fazer face a um preço de mercado possivelmente mais baixo do que aquele que a empresa desejaria.

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

A hipótese de aplicação do pensamento Lean à atividade de manutenção dos sistemas de abastecimento de água e saneamento de águas residuais deve ser visto como um método para garantir, não só uma redução de custos, como também a certeza que não existem interrupções numa atividade imprescindível ao bem-estar de todos.

Com este projeto pretende-se uma reflexão sobre a metodologia Lean aplicada à atividade de manutenção de uma empresa de abastecimento de água e saneamento de águas residuais, neste caso com um estudo aplicado à Águas do Norte Alentejano, S.A.. O objetivo principal do trabalho incide essencialmente numa análise das ferramentas associadas à metodologia Lean, avaliação da atividade de manutenção, definição de uma metodologia baseada em ferramentas Lean para diminuição dos custos, e uma fase de implementação de algumas ações que permitam analisar a forma como se pode melhorar a manutenção neste tipo de serviços.

O projeto que se apresenta encontra-se dividido em 6 Capítulos para um melhor enquadramento dos temas: introdução, enquadramento teórico, enquadramento operacional, proposta de metodologia de planeamento das atividades de manutenção da empresa, avaliação do estado de manutenção e Análise Prática à ETA da Apartadura.

Numa primeira parte pretende realizar-se um enquadramento aos vários temas, que apesar de apresentarem uma conjugação natural, em termos históricos tiveram percursos diferenciados. Numa segunda parte pretende realizar-se uma parte prática com uma análise da atividade de manutenção e uma abordagem em termos de proposta de melhoria para integração das várias áreas.

Para a realização do projeto, pretende-se para além da análise aos dados disponíveis na atividade de manutenção da empresa em estudo, realizar uma fase de implementação da metodologia Lean, de forma a avaliar a forma como se pode aplicar neste tipo de atividade. Em termos de restrições, prevê-se a impossibilidade de realizar uma abordagem concreta e analítica, pois a atividade em estudo apresenta uma evolução ainda inicial e com pouca informação para tratar.

Deseja-se que este trabalho possa contribuir para a futura implementação da metodologia Lean na atividade de manutenção da Águas do Norte Alentejano, S.A..

CAPÍTULO II - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Ao longo dos tempos, tem sido crescente a necessidade de aumentar a capacidade competitiva das organizações, através da inovação dos processos e dos produtos, no sentido de uma crescente eficiência, que permita a minimização dos gastos e a maximização dos lucros, ou seja, que permita a otimização dos recursos disponíveis em cada organização.

Inicialmente, e remontando ao século XVIII com o princípio da produção em série, havia unicamente o desejo de aumento da produção reduzindo os gastos de fabrico através da negociação de matéria-prima em larga escala, no entanto, a mudança de paradigma obrigou ao estabelecimento de metas cada vez mais exigentes, a partir do século XX, onde a minimização dos desperdícios, se focalizou nos meios de produção e na forma como seria possível realizar todas as tarefas de determinado processo produtivo com o mínimo desperdício.

Para Swanson (1997), no final do século passado e início do presente século, a adoção de várias metodologias de melhoria organizacional, como é o caso do *just-in-time*, era já um dado adquirido por todas as organizações que tinham como principais objetivos a implementação de novas e avançadas tecnologias de produção. A integração de novas questões associadas ao ambiente e à sustentabilidade (energia, ecologia, etc...) vieram pôr em causa o modelo tradicional do crescimento e relembrar o posicionamento inicial dos japoneses quando mostraram alguma renitência em aceitar a Produção em Massa. Esta dúvida volta à atualidade quando se questiona o modelo adotado da produção global e do desprezo pelo local.

Entre outros aspetos e, dado que o erro humano se constitui como algo inevitável no longo prazo, a preocupação em otimizar os processos, começa a centrar-se na garantia de funcionamento de todos os equipamentos – menos falhas, menor desperdício. Atualmente todas as organizações estão dependentes de boas estruturas de manutenção que lhes garanta fiabilidade e confiabilidade nos meios de produção, no entanto, os gastos com a manutenção estão a sofrer um incremento, dada a constante inovação das máquinas e a sua especificidade técnica crescente, tornando a sua manutenção cada vez mais complexa. De acordo com Komonen (2002), na maioria dos países industrializados os custos operacionais da manutenção situa-se entre os 4-6%, mas existem exemplos de países como a Finlândia em que os custos com a manutenção aproximam-se dos 25%. Como exemplo, e apesar de se tratar de dados empíricos, se se presumir que em Portugal cada empresa dispense cerca de 5% do seu capital para a manutenção, representa um total de 8500 milhões de euros no ano de 2011.

Segundo a Revista de Gestão Industrial [s.d.] a manutenção, como função estratégica das organizações é responsável direta pela disponibilidade dos ativos, e como tal, tem importância capital nos resultados da empresa. Esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for a gestão da manutenção. Assim, existe a contínua necessidade de definir metodologias de manutenção que se ajustem ao processo produtivo de forma a eliminar desperdícios, aumentar o tempo de disponibilidade e diminuir o tempo de indisponibilidade a um gasto reduzido.

A manutenção é um processo de negócio único e necessita de uma abordagem diferente dos outros processos para ter sucesso, pois trata-se de uma área que não tem como objectivo a produção de um tradicional processo de fabrico, mas sim o objectivo de manter em funcionamento os equipamentos que têm essa finalidade, logo é uma área mais técnica que deve ser abordada não como um elemento acessório mas como um elemento independente e essencial.

2.1. Manutenção

2.1.1 Evolução histórica da manutenção

A manutenção foi emergindo a partir do momento em que novas necessidades eram criadas, essencialmente quando o homem iniciou atividades com recursos a máquinas e equipamentos para a produção de bens de consumo.

Segundo Farinha (1997), o termo manutenção tem a sua origem remota no vocabulário militar com o sentido de manter, nas unidades de combate, os efetivos e o material num nível constante.

Até meados do século XX a manutenção não era considerada uma ciência, ainda que desde sempre tenha havido a necessidade em usar terminologias baseadas na fiabilidade e disponibilidade. De facto para Farinha (1997) só há cerca de 60 anos, as empresas começaram a reconhecer a importância da manutenção dos equipamentos, como função autónoma e específica.

“Com a implantação da produção em série, instituída por Ford, as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e, em consequência, sentiram necessidades em criar equipas que pudessem efetuar reparações em máquinas no menor tempo possível. Assim surgiu um instrumento subordinado à operação, cujo objetivo básico era de execução da Manutenção Corretiva”. (Teófilo, 2011)

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

Verifica-se então que até aos anos 50, a manutenção era entendida como uma atividade de reparação subjacente aos métodos e políticas tradicionais. Todas as tarefas de manutenção dependiam de ocorrências de falhas ou avarias nos equipamentos.

“Após a década de 50, surgiu uma grande evolução na aviação comercial e na indústria eletrónica. Com a manutenção preventiva baseada na estatística (tempo ou horas trabalhadas), observou-se que o tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o de execução da reparação”. (Teófilo, 2011)

Foi então que se criou a “Engenharia de Manutenção” que tinha como principal objetivo planejar e controlar as ações de manutenção preventiva e analisar as causas e efeitos das avarias. Este conceito foi sendo desenvolvido ao longo dos anos e teve um especial impacto com o aparecimento das grandes linhas de produção, onde a Manutenção Industrial teve de ser encarada de outra forma, pois os tempos de paragem derivados de avarias representavam uma grande percentagem no custo do produto final.

Segundo Pinto (1994), a manutenção pode ser caracterizada ao longo da história em três etapas: Etapa 1 – *Reparar a avaria*, prática usada até meados dos anos 50; Etapa 2 – *Evitar a avaria*, com o aumento da competitividade e o uso cada vez maior da produção em série com tempos de atividade diários que utilizavam 2 a 3 turnos, a disponibilidade das máquinas tornou-se um objetivo essencial a alcançar; Etapa 3 – Adivinhar a avaria, onde a manutenção está mais preocupada em controlar as possíveis avarias e falhas do que a intervir. É nesta altura que se começa a trabalhar com o termo de Manutenção Preditiva, que implica um conhecimento das máquinas prevendo a avaria e atuando apenas de acordo com as capacidades que referenciam os equipamentos.

No início dos anos 70, foi iniciada uma nova visão da manutenção, com a associação dos custos no processo de gestão, que ficou conhecido como Terotecnologia De acordo com o artigo (Teófilo, 2011), o conceito de Terotecnologia é a base da atual “Manutenção Centrada no Negócio”, onde os aspetos relacionados com os gastos norteiam as decisões da área de manutenção e sua influência nas decisões estratégicas das empresas.

É também nesta altura que os japoneses criam a *Total Productive Maintenance*, TPM, Manutenção Produtiva Total, envolvendo desta forma todo o ciclo produtivo na manutenção dos equipamentos, sendo uma parte da manutenção realizada pela Operação, libertando assim mais tempo para realizar as análises da Engenharia de Manutenção. A importância da manutenção teve um aumento exponencial no final do século XX quando assumiu um papel essencial, não só pela disponibilidade alcançada pela produção como também dando resposta ao crescimento da exigência por parte da qualidade, integrando assim como um requisito da norma ISO 9001:2004. Com a integração de software de apoio à manutenção houve uma melhoria no processamento de informações e diminuiu-se a dependência da

disponibilidade humana. No seguimento das etapas definidas por Pinto (1994), pode prever-se que a Etapa 4 poderá ser definida como operação sem manutenção.

2.1.2. Definição de Manutenção

Existem várias definições de manutenção, no entanto todas caminham para um único sentido, criar condições que procurem a garantia de funcionamento dos equipamentos o maior tempo possível.

De entre a literatura que aborda esta área existem várias definições possíveis:

- Para Cabral (1998), pode definir-se manutenção como o conjunto de ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certo, por forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global otimizado.
- Para Monks (1987), a manutenção é uma atividade desenvolvida para manter o equipamento, ou outros bens, em condições que irão apoiar melhor as metas organizacionais.
- Segundo Pereira (2002), manutenção é definida pela norma NFX60-010, como sendo uma combinação de atividades para a conservação ou reposição de um sistema num estado, ou a níveis de fiabilidade, de modo a que o sistema possa exercer a função requerida.

As definições anteriores, apesar de válidas e apropriadas, não se encontram atualizadas de acordo com o desenvolvimento dos últimos anos em termos de manutenção. De forma a criar uma padronização relativamente aos termos de manutenção, analogamente ao que tem sido feito para outras áreas, foram realizadas um conjunto de normas de apoio a vários aspetos relevantes da manutenção. Entre outras, julga-se poder afirmar que a norma mais relevante se intitula NP 4483:2009 – Guia para a implementação do sistema de gestão da manutenção, a qual segue uma abordagem de PDCA, orientando-se para a melhoria contínua e alinha as normas mais importantes em termos de Sistemas de Gestão (Qualidade – NP EN ISO 9001:2008, Segurança – OHSAS 18001,2007 e

Ambiente – NP EN ISO 14001:2004). Em termos de terminologia, tem-se a norma EN 13306:2010 que considera a manutenção “Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e diretivas durante o todo o ciclo de vida de um equipamento de modo a mante-lo, ou restaura-lo, de modo a realizar a função requerida”.

2.2. Objetivos e Indicadores da Manutenção

Tal como referido anteriormente a norma NP 4483:2009 foi constituída com base nos sistemas de gestão adotados pela ISO, logo tem o conceito de melhoria contínua muito bem presente na sua estrutura. Segundo Cabral (2004), a “melhoria contínua não é mais do que uma atitude de gesto que envolve uma análise crítica sistemática do que se faz e com que resultados para o cliente, tanto quanto possível quantificados de forma analítica, na identificação, conceção e implementação de formas de melhorar no sentido desejado por esse cliente, e na posterior avaliação dos resultados obtidos.”

À semelhança do que acontece em todos os processos que se podem constituir de acordo com o ciclo PDCA (Planear, Executar, Verificar e Atuar), a manutenção deve ser implementada com base em objetivos bem definidos e monitorizados através de indicadores que estabelecem uma linha de acompanhamento da atividade com o objetivo de a poder controlar e otimizar. Aliás, os indicadores numa manutenção só fazem sentido quando esta se encontra bem organizada, que liberte informação minimamente fiável. No entanto, mesmo no que respeita a esse aspeto, existem linhas de orientação que estabelecem um padrão que pode ser aplicado em todas as atividades de manutenção, estabelecidas pela norma NP EN 15341:2009 – Indicadores de desempenho da manutenção (KPI).

Os indicadores a implementar na atividade de manutenção dependem da estrutura e política empresarial, pelo que a norma em questão foi constituída com base numa orientação para os gestores da manutenção, não obstante de criar um sistema que agrupa os indicadores em económicos, técnicos e organizacionais.

2.3. Tipos de manutenção

A manutenção pode ser implementada com base em várias tipologias, sendo que cada tipo depende dos comportamentos e especificidades técnicas de cada equipamento, ou seja, a política de manutenção dos equipamentos divide-se, para Cabral (2004), em três grandes áreas:

- Manutenção corretiva.
- Manutenção preventiva.
- Manutenção de melhoria.

Por sua vez a manutenção preventiva subdivide-se em:

- Sistemática.
- Condicionada.

Para Canuto (2002), por sua vez, as políticas de manutenção dividem-se em:

- Manutenção reativa ou curativa.
- Manutenção proactiva, que se divide em: busca de avaria, preditiva, preventiva e melhoramento.

Na opinião de Corder (1976) as políticas de manutenção dividem-se em:

- Manutenção planeada.
- Manutenção não planeada (manutenção de emergência).

Os conceitos definidos pelos vários autores, apesar de denominados de forma diferente não podem ser considerados conceitos divergentes, pois a manutenção corretiva citada por Cabral (2004), é um conceito equivalente à reativa defendida por Canuto (2002) e à não planeada de Corder (1976). Os restantes conceitos, proactiva, preventiva, planeada, etc., constituem-se como ações de manutenção estruturadas em função de critérios de tempo de serviço ou da condição de operação do equipamento.

A manutenção corretiva, segundo Pinto (1999), repara as avarias quando elas aparecem; já a manutenção preventiva é orientada para evitar a ocorrência de avarias, realizando trabalhos a intervalos pré-fixados (manutenção sistemática), ou condicionados pela análise de variáveis do processo (manutenção condicionada).

Para Cabral (1998), a manutenção de melhoria inclui o estudo, projeto e realização de alterações destinadas a melhorar o desempenho do equipamento, e evitar operações de manutenção corretiva.

Numa visão mais recente, e tendo em consideração a necessidade premente de normalização em todas as áreas de atividade, tal como referido anteriormente, os tipos de manutenção foram descritos na norma EN 13306:2010 com as seguintes terminologias:

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

Manutenção preventiva: Trabalhos de manutenção realizados em intervalos predeterminados ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um equipamento

Manutenção preventiva sistemática: Manutenção preventiva realizada em conformidade com intervalos de tempo estabelecidos, ou número de utilizações mas sem investigação da condição anterior.

Manutenção preventiva condicionada: Manutenção preventiva que inclui a combinação de monitorização de condições e/ou inspeção e/ou testes e análises e subsequentes ações de manutenção.

Manutenção preditiva: Manutenção baseada em condições desenvolvidas seguindo um modelo de análises consecutivas ou pelo conhecimento das características do equipamento e dos seus parâmetros mais significativos, traduzindo-se assim numa evolução do seu estado de degradação.

Manutenção corretiva: Manutenção realizada após reconhecimento de uma falha que pretende colocar o equipamento num estado capaz de realizar a função para a qual está destinado.

O objetivo da gestão da manutenção é conseguir, agregando estes tipos de manutenção nas proporções ideais, um padrão de desempenho a um custo mínimo, sendo que este custo não é apenas o custo da manutenção, no sentido contabilístico, mas sim o custo da manutenção mais a soma dos custos indiretos da manutenção e dos benefícios obtidos com as melhorias (Caetano, 2009).

A gestão da manutenção pode ser abordada do ponto de vista geral como uma área que deve ser gerida segundo um sistema de gestão da qualidade, sendo definida através de um ciclo de melhoria contínua.

“A manutenção é um processo cuja entrada são os requisitos dos utilizadores/beneficiários das máquinas e cuja saída são as ações que, a um custo razoável, conduzem a que as máquinas cumpram eficientemente a sua função”(Cabral, 2004)

2.4. Gestão Lean

O objetivo de qualquer gestor é fazer com que as metas da organização sejam atingidas com o mínimo de desperdício (ou se possível sem desperdício algum), atempadamente, na quantidade certa (nem mais, nem menos), com níveis elevados de qualidade.

A gestão Lean deve o seu desenvolvimento à Toyota Motor Company que iniciou uma primeira abordagem a este conceito através da criação do Toyota Production System, desenvolvido entre 1948 e 1975 por Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Eiji Toyoda, tendo posteriormente servido de base para a Produção Lean, dada a sua inicial aplicação a empresas industriais. Este sistema tem como base uma filosofia que pretende o desenvolvimento de processos de melhoria contínua, através do estudo de formas de eliminação de desperdício e defeitos na realização do processo. Foi já descrito como uma filosofia, devido ao seu intento de encontrar a perfeição, pois traduz-se em processos e metodologias que perspetivam o alcance dessa mesma perfeição. Mais recentemente e em contexto da realidade de serviços e abarcamento a processos de gestão, começou a surgir o termo Gestão Lean. Simplificando, pode afirmar-se que a Gestão Lean ou gestão magra, é “magra” uma vez que é um método para conseguir mais e mais através de cada vez menos, menos esforço humano, menos tempo, menos equipamento e menos espaço, aproximando-se cada vez mais dos requisitos do cliente (Womack, 2003).

Na gestão de qualquer unidade de fabrico ou de prestação de serviços existe um factor estruturante que é, muitas vezes, esquecido e que é bem enfatizado na norma de referência para os sistemas de gestão da qualidade (NP EN ISO 9001:2008): trata-se da importância de uma responsável gestão de recursos. Neste âmbito são consideradas três dimensões: os recursos humanos, os recursos técnicos e infraestruturas e os recursos ambientais. São geralmente as falhas num destes domínios que levam a problemas de produtividade, perda de qualidade ou insatisfação dos clientes e, em última análise, a dificuldades na gestão financeira.

O que aproxima as três vertentes é a transversalidade da sua gestão ao nível das instituições e o facto de assumirem igual importância independentemente das características da atividade e do sector.

A Manutenção corresponde à gestão dos recursos técnicos e infraestruturas constituindo-se como uma função que encerra uma forte componente de serviço associada a uma atividade produtiva multifacetada. De facto, a Manutenção pode ter um peso de

sector produtivo nalgumas atividades, de uma prestação de serviços noutra ou de uma simbiose noutros casos.

Pode estabelecer-se um paralelo entre os termos Produção e Manutenção e verificar que a manutenção é o equivalente para a função manter, com a particularidade de conjugar serviço com produto, traduzindo de uma forma única a simbiose entre as duas componentes de uma atividade.

É um dos poucos casos em que produto e serviço se identificam completamente e não constituem duas coisas distintas. É esta característica única que faz da Manutenção uma área de enorme interesse para o desenvolvimento de ideias de gestão inovadoras e de uma enorme exigência e dificuldade. E se há fábricas onde a Manutenção pode surgir como um serviço de apoio à produção, outros casos existem em que a Manutenção assume o papel da Produção, isto é, assume-se como a garantia de criação de valor associado ao serviço.

A melhoria da produtividade dos sistemas produtivos e dos serviços está, sem dúvida, associada à introdução de preocupações crescentes ao nível da disponibilidade dos meios e da garantia da qualidade dos materiais e dos métodos. No entanto, na organização tradicional, os objetivos de cada área eram, muitas vezes, contraditórios verificando-se alguma dificuldade na integração de todos os fatores de produtividade. O Lean, ao concentrar a responsabilidade ao nível dos próprios operadores cria melhores condições para potenciar o triângulo Produção/Manutenção/Qualidade.

2.5. Fundamentos da Metodologia Lean

Uma entidade tem de ser considerada como um sistema global, que para a sua sobrevivência tem de se manter saudável em toda a sua atividade.

“Criando uma analogia com a biologia, os sistemas saudáveis reagem às adversidades de uma forma ágil que lhes permita contornar os obstáculos. Para além disso os sistemas têm outra característica interessante para além da adaptabilidade, evoluem. Esta metodologia, assim como os sistemas, procura garantir o seu sucesso através da melhoria contínua organizacional. Assim, encontra-se em condições não só para se adaptar às adversidades como até estar à frente da concorrência procurando a inovação”(Simões, 2010)

A evolução deste tipo de metodologias pretende desmembrar o conceito que se tinha antigamente, relativamente à produção em massa - quanto mais equipamento e mão-de-obra uma entidade disponibilizar, mais produto final garante – para um universo das economias de escala, ou seja, a duplicação dos meios de produção origina mais do dobro

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

de produto final. Só se consegue garantir este tipo de conceito se acrescentar valor à cadeia produtiva.

“Assim, no pensamento Lean, existe um maior cuidado com a qualidade. Este conceito consagra no cliente e no fazer melhor, o seu objetivo, dessa forma procura-se garantir que não só as linhas de produção, mas também toda a organização se envolva em redor de um mesmo objetivo – assegurar a criação e manutenção de processos de melhoria contínua que permitam garantir a satisfação do cliente”(Simões, 2010)

O pensamento Lean assenta essencialmente em 5 princípios:

FIGURA 1 - PRINCÍPIOS LEAN

PRINCÍPIOS LEAN				
DEFINIR VALOR: Definir valor segundo a perspetiva do cliente; na função Manutenção, o que acrescenta valor ao cliente (Produção ou Cliente final), é apenas a realização da atividade de manutenção no equipamento	DEFINIR A CADEIA DE VALOR: Caracterizar a atual cadeia de valor das atividades de manutenção. Identificar as que não acrescentam valor, elimina-las e criar uma cadeia de valor futura	OPTIMIZAR O FLUXO: Optimizar as actividades da cadeia de valor futura de forma a minimizar o tempo de paragem de um equipamento por avaria	SISTEMA PULL: Entregar ao cliente apenas o que este necessita. No caso da manutenção significa que as actividades a realizar devem estar de acordo com a prioridade atribuída aos equipamentos	PERFEIÇÃO: Melhoria contínua das acções de manutenção, tentando reduzir o esforço, tempo, espaço, custos e erros

O Lean não pode ser interpretado com uma ferramenta única a aplicar a qualquer tipo de atividade, sendo por isso um pensamento, um modo de desenvolver as tarefas, baseado num conjunto de metodologias desenvolvidas ao longo dos anos. Para melhor entendimento é imprescindível realizar uma conjugação de terminologias que serão abordadas ao longo do trabalho:

MUDA – O termo Japonês para desperdício. Taiichi Ohno descreveu sete formas de desperdício: perdas por excesso de produção, tempo de espera, sobreprocessamento, perdas por transporte de materiais, perdas por movimentação desnecessária, perdas em inventário e perdas em produtos defeituosos.

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO DO MUDA



**APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.**

FIGURA 3 - DEFINIÇÃO DAS SETE FORMAS DE DESPERDÍCIO

MUDA	
Defeitos	Defeitos na produção ou em serviços provocam desperdício material de quatro formas: os materiais são consumidos, a mão-de-obra utilizada não é recuperável, é novamente requisitada para repetir/corrigir o trabalho, e é necessário utilizar recursos sobretudo humanos, para responder a qualquer queixa futura por parte do cliente
Tempos de Espera	Inclui espera por material, por informação, por equipamento, por ferramentas, etc. Lean exige que todos os recursos sejam fornecidos numa base just-in-time – nem muito cedo, nem muito tarde
Tempo de movimentação	O material deve ser entregue no ponto de utilização. Em vez de as matérias-primas serem enviadas pelo fornecedor para um local de recolha, posteriormente processados, levados para o armazém, e finalmente transportadas para a linha de montagem, a filosofia lean defende que o material deve ser enviado diretamente para o local onde será utilizado para montagem. Movimentações desnecessárias são fruto de um fluxo de trabalho pobre, de uma má organização da zona de trabalho ou de métodos inconsistentes de trabalho
Sobre processamento	Como exemplo mais comum tem-se o trabalho que tem que ser refeito (o produto ou o serviço não foi executado corretamente à primeira). Outros exemplos são a necessidade de reparar ou retocar elementos do produto (os elementos do produto devem ser produzidos sem imperfeições, com o design adequado e com ferramentas de manutenção) e a inspeção (as peças devem ser produzidas através de técnicas de controlo estatístico para minimizar ou mesmo eliminar a necessidade de fiscalização). Para detetar os passos do processo de produção que não acrescentam valor recomenda-se o recurso à técnica de Mapeamento da Corrente de Valor
Potencial humano não utilizado	Inclui subutilização mental, criativa e física de faculdades e habilitações. Num ambiente não lean apenas se reconhece a subutilização de atributos físicos. Algumas das causas mais comuns para este tipo de desperdício são: fraco fluxo de trabalho, fraca cultura organizacional, práticas de contratação inadequadas, formação fraca ou inexistente, e fraca rentabilização dos empregados.
Excesso de inventário	Está relacionado com a sobreprodução, e significa que ter inventário para além do necessário para satisfazer as exigências dos clientes tem um impacto negativo no fluxo de caixa e utiliza espaço valioso
Excesso de produção	Significa produzir mais que aquilo que o cliente pede, ou demasiado cedo. Este princípio advém da definição de sistema pull. Produzir somente quando o cliente encomenda. Tudo o que for produzido para além disso empata valor de mão-de-obra e de recursos materiais que de outra forma poderiam estar a responder a outros pedidos de clientes. Também causa o prolongamento das precedências criando a necessidade de ter inventários

Fonte: Peneirol, N. - “Lean Construction em Portugal Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner”

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

KAIZEN – Sistema de processos de melhoria contínua, através da progressiva implementação e revisão de mudanças no sistema.

JUST IN TIME (JIT) – Procura-se fornecer a quantidade necessária, no momento necessário e não antes do tempo ou maior quantidade – uma vez que isso implica gastos relacionados com o armazenamento de *stock* – nem abaixo da quantidade ou depois do tempo, visto que isso levaria a gastos relacionados com o tempo de espera e não satisfação do cliente.

5S – A filosofia dos 5S's iniciou-se no Japão visando um conceito de qualidade não só no produto, mas também no ambiente de trabalho. Uma definição aceitável para os 5 S's pode ser a seguinte:

Seiri (Organização/Ordenação): Identifica os materiais, documentos e/ou documentos necessários (recursos de toda a natureza), para utilização nas áreas de oficina e escritórios, dando destino aos desnecessários e deixando permanecer somente os necessários;

Seiton (Arrumação) – Colocar todos os itens de modo a que estejam facilmente disponíveis para qualquer um que precise de utilizá-los a qualquer altura;

Seiso – É atuar com o objetivo de deixar bem limpo o local de trabalho e, o mais importante, manter sempre o local limpo;

Seiketsu – É manter uma verificação periódica de que o ambiente continua como foi organizado, sem perdas de trabalho – limpo sempre;

Shitsuke – Ninguém na organização tem a opção de não participar. A decisão pelo programa é institucional e faz parte das avaliações individuais.

SMED (Single Minute Exchange Die)– É mais uma das metodologias Lean que tem o objetivo de reduzir o desperdício num processo de fabricação. Fornece uma forma rápida e eficiente de conversão de um processo de fabricação, realizando o produto atual com vista à execução do próximo produto. Esta transição rápida é fundamental para reduzir tamanhos de lotes de produção e, assim, melhorar o fluxo.

TPM (Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total) – É um dos pilares da manutenção Lean. É uma iniciativa para otimizar a confiança e eficácia de determinado equipamento. A TPM assenta na base do termo equipa, aspirando a uma manutenção proactiva que envolve toda a organização. A TPM conjuga todo o ciclo de vida de um sistema de produção e constrói um sistema firme que se define pela prevenção de todas as perdas. Consiste principalmente em dotar todos os intervenientes do processo, que tenham contacto com o equipamento, de conhecimentos para aplicar intervenções de manutenção preditiva, obtendo um conhecimento total da forma de trabalhar e ganhando

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

desta foram sensibilidade para prever ações de manutenção de modo a eliminar acidentes, defeitos e interrupções de produção.

A metodologia Lean assenta sempre na conjugação de eliminação do desperdício, envolvimento dos funcionários e esforço no sentido de alcançar a melhoria contínua. Com o decorrer da experiência alcançada ao longo dos tempos com esta metodologia verificou-se a atribuição de um conjunto de vantagens entre a cultura Lean e a cultura tradicional. Entre outras, o quadro comparativo abaixo representa alguns exemplos:

FIGURA 4 - CULTURA EMPRESARIAL TRADICIONAL VS CULTURA EMPRESARIAL LEAN

Cultura empresarial tradicional	Cultura empresarial Lean
Divisão por áreas funcionais	Equipas multidisciplinares
Os gestores emanam ordens/diretrizes	Os gestores ensinam/colaboram
Benchmarking utilizado como justificação para a não melhoria	Busca pela melhoria contínua, a ausência do desperdício
Culpabilização das pessoas	Análise das causas e das origens dos problemas
A recompensa é atribuída ao indivíduo	A recompensa é atribuída à equipa
O fornecedor é considerado como adversário	O fornecedor é nosso parceiro
Esconder a informação e mantê-la confidencial	Partilha da informação
A quantidade diminui os custos	A eliminação de desperdício diminui custos
O foco é interno, na organização	O foco está no cliente
Atividade impulsionada pela experiência	Atividade impulsionado por processos

Fonte: Simões, F. M. C. (2009), *Lean Healthcare – O conceito Lean aplicado à realidade dos serviços de saúde*

2.6. Manutenção Lean

De modo a visualizar a manutenção como uma atividade positiva, é importante vê-la como um centro de lucro ao invés de um centro de custo. Segundo Infor EAM (2007) um centro de custo é uma abordagem que está preocupada com o orçamento e diminuição de custos o mais possível. Em contraste, um modelo baseado num centro de lucro realiza

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

investimento e operacionaliza os custos com vista ao aumento da eficiência. Este aumento de eficiência traduz-se, naturalmente, no aumento dos resultados da organização.

Com o desenvolvimento da metodologia Lean e sua evolução continua na aplicação aos sistemas de produção, verificou-se que estaria sempre presente uma função que impedia a implementação total deste pensamento, a manutenção. A manutenção nunca foi esquecida, no entanto era colocado num conjunto de outros processos e nunca era tratada com a especificidade que o Lean lhe concerne.

Quando se fala de manutenção Lean é quase impossível trata-la como um todo, sendo inevitável que se divida em vários tópicos, tais como: inventário, programação da manutenção preventiva, gestão de competência, custos de ferramentas, gestão das falhas e avarias, o que do ponto de vista do pensamento Lean seria quase impraticável, pois este tende a assumir uma perspetiva do todo e não das partes. No entanto esta é a realidade, no desenvolvimento da manutenção sob uma perspetiva Lean há que assumir à partida que se terá de receber informações de várias áreas, desde um armazém limpo e organizado que labora com base no JIT, a uma organização das ferramentas de trabalho com vista a uma fácil utilização, desde uma programação dos trabalhos de manutenção preventiva a uma análise das avarias e falhas com base no TPM, desde uma manutenção autónoma ao continuo aumento da melhoria de modo a manter sempre uma perspetiva elevada da eficiência evitando novas formas de desperdício.

Desta forma pode chegar-se a uma conclusão que não é mais que a base da manutenção Lean, a implementação assenta na metodologia TPM, garantido que é necessário o envolvimento de todas as partes interessadas neste processo, desde a gestão de topo até aos clientes da manutenção, pois só assim se consegue assumir uma postura nesta atividade com base na visão das várias áreas. Por exemplo, o início da implementação prevê como essencial a realização de reuniões entre as partes de modo a discutir fraquezas detetadas no processo da manutenção. Estas reuniões devem contar sempre com a gestão de topo, sendo que este compromisso se constitui como essencial para o sucesso. Deming, Shingo, Womack entre outros concordam que sem o envolvimento da gestão de topo, o esforço para a organização de um sistema Lean tende a alcançar o fracasso. Mais, se as reuniões forem planeadas com distribuição de informação e com definição da agenda, será verificado que o sucesso destas reuniões encontra fragilidades no processo bem como soluções viáveis para estas fraquezas. Com o apoio de todos os níveis de gestão os resultados das reuniões podem ser organizados num plano de melhoria e publicados a todos os interessados. Esta é a diferença entre um sistema sequencial de ordens cego e um sistema flexível, ágil e comprometido com uma equipa orientada para atingir objetivos.

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

Para se definir a Manutenção Lean tem de assentar-se sempre na ideologia de “manutenção enxuta”, sem qualquer tipo de desperdício e com o desenvolvimento contínuo de técnicas pró-ativas, prevenindo as falhas de equipamentos através de ações de manutenção preventiva/preditiva. Para se alcançar este ponto tem de definir-se a atividade da manutenção através de ações planeadas e calendarizadas, identificando as etapas e tarefas, e alcançando um padrão de trabalhos assente em referências documentais que permitem ao longo do tempo priorizar o trabalho, atribuir recursos necessários, designar os períodos para a execução da tarefas e disponibilizar as peças e materiais na altura em que estas são necessárias.

Como suporte a uma manutenção Lean é fundamental a disponibilização de equipas orientadas para as tarefas e projetadas com um foco no seu desempenho. Uma equipa não deve ser definida como uma só função, as equipas devem ser formadas por multidisciplinares, associações multi-departamentais, organizadas para a realização de tarefas inteiras e integradas, e acima de tudo disporem de uma autonomia no seu todo, controlo sobre as suas funções administrativas e regulamentos com limites bem definidos.

Tal como referido anteriormente é necessário integrar várias ferramentas e metodologias de trabalho para se conseguir obter um resultado eficaz e eficiente, pois a inclusão de uma metodologia Lean passa por um processo moroso em qualquer atividade. Juntando às ferramentas que já foram definidas anteriormente pode ainda falar-se de:

- Manutenção Centrada na Fiabilidade (RCM – Reliability Centered in Maintenance) – É um processo usado para determinar os requisitos de manutenção de ativos físicos no seu atual contexto funcional. Enquanto os objetivos do TPM se concentram na manutenção da eficácia e fiabilidade de equipamentos, os do RCM alinham a otimização e a eficácia da manutenção.
- Eventos de melhoria de Kaizen – Aliado à definição de Kaizen (melhoria contínua), cada processo pode e deve ser continuamente avaliado e melhorado em termos de tempo necessário, recursos utilizados, qualidade resultante e outros aspetos relevantes para o processo.
- Manutenção Autónoma – É uma manutenção de rotina que pode ser realizada pelo operador do equipamento (limpeza, lubrificação, verificações visuais, etc). Deve haver uma junção entre a área de operação e manutenção para definir quais serão as atividades que os operadores poderão realizar, bem como ministrada formação específica no exercício das responsabilidades de manutenção antes das atribuição destas responsabilidades.
- Técnicos de manutenção polivalentes – Com o evoluir da tecnologia a polivalência de técnicos capazes de operar equipamentos baseados em

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

controlo de processo, testes automatizados, monitorização remota e controlo de sistemas de produção. Os Técnico que oferecem uma versatilidade para testar e operar estes sistemas, bem como realizar ajustes mecânicos e elétricos, calibrações e substituição de peças, eliminam a necessidade de vários ofícios em muitas tarefas de manutenção.

- Sistema de gestão de manutenção informatizado (CMMS) – Este sistema informático comporta, no mínimo, a gestão das ordens de serviço, função de planeamento, função de programação, acumulação dos históricos de equipamentos, função de orçamento/custo, gestão de recursos de trabalho, gestão de *stock* e uma função de relatórios que utiliza indicadores chaves de desempenho (Key Performance Indicators). Para ser totalmente eficaz, o CMMS deve ser implementado com base nos dados de equipamentos completos e precisos, dados de peças e materiais, planos de manutenção e procedimentos.
- Armazém de manutenção - Um pouco diferente do que normalmente se verifica na área de logística de apoio à produção, no caso da manutenção deve o armazém centralizado ser substituídos por vários locais para colocar peças específicas de área e materiais mais perto do seu ponto de uso. Sempre que possível deve optar-se por incluir algum padrão nos materiais escolhidos para uso de aplicativos comuns, o armazém deve ainda empregar técnicas e planeamento para estabilizar o processo de gestão de compras e *stock*. Um bom plano a longo prazo permite desenvolver listas de materiais e sobressalentes que são projetadas para ordem de compras sempre que é usado material de *stock*.

Os inventários devem ainda sustentar alguma versatilidade de modo a minimizar a quantidade de material em *stock*. Uma solução eficaz é responsabilizar o fornecedor pelo controlo de custo e níveis de *stock*, através de partilha de informação, de modo a manter sempre ativa uma prática JIT.

- Engenharia de confiabilidade – As estatísticas indicam que até 70% das falhas de equipamentos são auto-induzidas, assim, é importante a atuação da engenharia de manutenção para a descoberta das causas de todas as falhas. As responsabilidades neste domínio também incluem a avaliação da eficácia de ação da manutenção preventiva, desenvolvendo técnicas e procedimentos, realizando teste de monitorização e empregando técnicas de engenharia para prolongar a vida útil de um equipamento.

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

A manutenção Lean é essencialmente caracterizada pelas mudanças que proporciona ao nível das responsabilidades, atitudes e papéis de liderança. Num ambiente Lean todas as funções são valorizadas, evoluindo de uma papel de direção e controlo para um papel de apoio. A organização de manutenção Lean é uma organização plano com menos camadas de gestão intermédia e supervisão, porque, com a criação de equipas de ação habilitadas, grande parte da direção vem de dentro. O papel dos supervisores também alterado para uma intervenção mais prática e *in situ*, fornecendo orientação e aconselhamento técnico e identificação de primeira mão aos problemas e necessidades das equipas de ação.

Sem a implementação da mudança de espírito para a criação deste tipo de equipas com autonomia, não é possível ter uma base sólida de suporte da manutenção.

2.7. Sistemas de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais

O sector das águas e resíduos em Portugal tem sofrido nos últimos anos um desenvolvimento estrutural com o objetivo de generalizar uma área essencial para a população. Os sistemas de abastecimento de águas e saneamento de águas residuais, em particular, “compreende as atividades de abastecimento de águas a populações, urbanas e rurais, e as atividades associadas, como os serviços, o comércio e a pequena indústria inserida na malha urbana. Compreende também a drenagem e o tratamento de águas residuais urbanas, que incluem as águas residuais de origem doméstica, industrial e pluvial. Estas duas atividades têm, tradicionalmente, sido tratadas em conjunto, verificando-se, todavia, que a atividade de abastecimento de água apresenta níveis de atendimento muito superiores aos registados na atividade de saneamento de águas residuais”.

Existem diversas entidades gestoras que prestam este serviço, dividindo-se por entidades com titularidade estatal ou municipal. Estes sistemas são ainda definidos em duas áreas de atuação, alta e baixa. Os sistemas de abastecimento de água em alta são constituídos “por um conjunto de componentes a montante da rede de distribuição de água, fazendo a ligação do meio hídrico ao sistema em baixa”. (Relatório anual do sector das águas e resíduos em Portugal, 2010)

No caso dos sistemas de abastecimento em baixa são caracterizados:

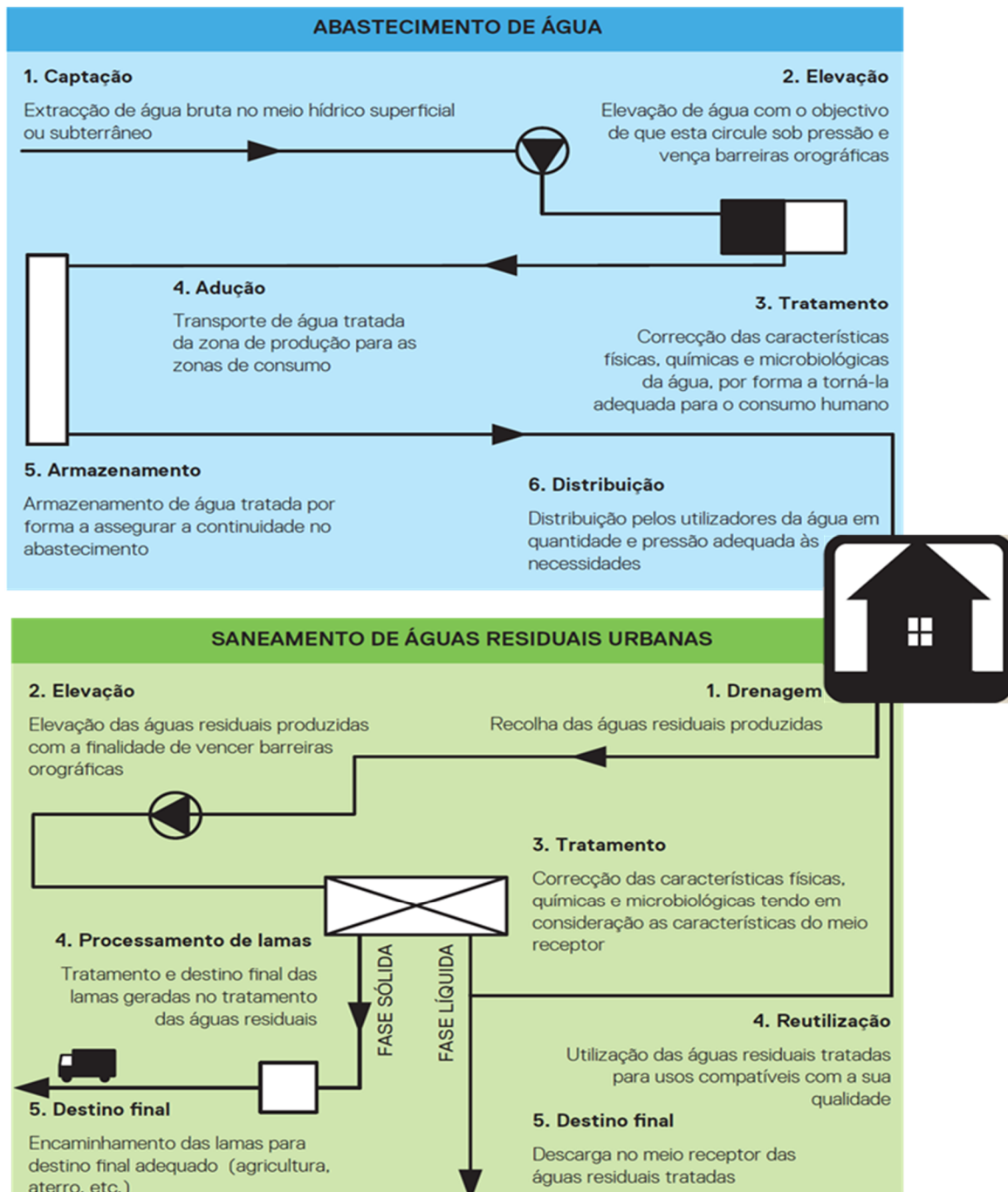
“por um conjunto de componentes que ligam o sistema em alta e em baixa sempre que vincula o meio hídrico a um utilizador final.” (Relatório anual do sector das águas e resíduos em Portugal, 2010)

Para se atingir um ponto de equilíbrio entre todos os contribuintes, elevando a taxa de cobertura do território nacional para valores próximos dos 100% em simultaneidade com a qualidade do produto, é necessário realizar grandes investimentos, nem sempre recuperáveis a curto prazo. No entanto, apesar de haver alguma diferenciação no que toca a sistemas de tratamento implementados, maioritariamente no que diz respeito a tratamento de águas, visto que as suas propriedades físico-químicas e microbiológicas diferem do meio onde são captadas, os equipamentos que normalmente são inseridos nestas infraestruturas tendem a obedecer a uma certa uniformidade. De toda a forma, a

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

cadeia de valor deste sector compreende um fluxo idêntico em todos os locais, sendo representada de acordo com o esquema abaixo:

FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE SISTEMAS SE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO



Fonte: Relatório anual do sector das águas e resíduos em Portugal

Em Portugal, “o sector das águas constitui um caso típico de indústria de rede, tanto ao nível da atividade em alta como ao nível da atividade em baixa, configurando a gestão destas

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

infraestruturas situações de monopólio natural". (Relatório anual do sector das águas e resíduos em Portugal, 2010)

Um monopólio natural caracteriza-se essencialmente por originar rendimentos crescentes e à escala em todo o nível de produção existente. Isto significa que devido a características específicas desta atividade, como é o caso de se tratar de um sector de utilidade pública, e fundamental para a sobrevivência da população em geral, é possível gerar uma escala ótima de produção a um custo mínimo, obtendo-se um decréscimo dos custos médios a longo prazo, pois existe apenas uma única empresa a produzir a totalidade da quota de mercado.

"O sector das águas caracteriza-se, em termos dos recursos que absorve, como capital-intensivo e de elevados períodos de retorno do investimento. Tal justifica-se, por um lado, pelos longos períodos de vida útil das infraestruturas e, por outro, pelo facto de que, para reduzir os períodos de retorno dos investimentos realizados, seria necessário aumentar as receitas anuais, com impactes significativos nas tarifas a praticar aos utilizadores finais.

A sustentabilidade financeira dos sistemas constitui um desafio neste sector, especialmente devido à manutenção de preços artificialmente baixos, fornecendo um sinal errado aos investidores e consumidores. Neste cenário, as entidades gestoras têm tendência a desinvestir ou a realizar apenas os investimentos críticos, porque não conseguem recuperar o investimento realizado, o que, a longo prazo, poderá resultar na degradação da infraestrutura e na deterioração da qualidade de serviço. De igual modo, os consumidores não têm incentivo a efetuar uma gestão eficiente do consumo, levando ao desperdício." (Relatório anual do sector das águas e resíduos em Portugal, 2010)

Derivado destas peculiaridades existentes no sector, não é possível obter um retorno do investimento a curto prazo, impossibilitando também o investimento contínuo por forma a acompanhar a evolução do mercado da tecnologia no tratamento das águas. No entanto, tanto no caso do tratamento das águas como no caso do tratamento das águas residuais, com o passar do tempo tende-se a atingir um ponto ótimo no que toca ao sistema utilizado, salvo certas particularidades, como é o caso de alterações da água captada devido a condições meteorológicas, ou descarga de águas residuais industriais sem as devidas características associadas ao tratamento existente.

Segundo o Relatório anual do sector das águas e resíduos em Portugal, (2010) caso não haja alterações no desenvolvimento deste sector as entidades gestoras devem desenvolver formas de conseguir manter as características de tratamento sem elevar os custos de produção, e como tal alargar o período de retorno de investimento. Chega-se então à conclusão, e assumindo alterações não previstas no sistema de tratamento, que umas das áreas com maior relevância neste tipo de sistemas é a manutenção, área primordial no aumento da vida útil dos equipamentos.

2.8. Manutenção em Sistemas de Tratamento de Água e Águas Residuais

Tal como em todas as atividades, neste sector, os investimentos em equipamentos refletem sempre uma percentagem elevada da quota inicial, sendo portanto essencial que se trace um plano estratégico com vista à manutenção e prolongamento da vida útil dos equipamentos.

Em Portugal, com a necessidade de cumprimento dos objetivos traçados no PEASAR (Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais), o investimento tem vindo a centrar-se na área de projeto de construção resultando num crescimento de infraestruturas adequadas. A operação e manutenção destas infraestruturas são realizadas, na sua maioria, pelas empresas a que foi atribuída a concessão da atividade, no entanto, tal como é referido no Volume 1 do Relatório anual do sector das águas e resíduos em Portugal referente ao ano de 2010, é importante que se desenvolvam esforços no sentido de alargar estas áreas de atividade para o *outsourcing* (obtenção de mão-de-obra fora da empresa), alargando o tecido empresarial e apostando na concorrência para alcançar melhores resultados.

“Na verdade, as entidades gestoras ainda são, em alguns casos, clientes pouco exigentes, com capacidade reduzida de controlo e de fiscalização, que privilegiam os custos reduzidos como critério de seleção, mesmo que isso implique maiores custos posteriores de manutenção. São assim atraídos empreiteiros de pequena e média dimensão, vocacionados para uma prestação de serviços de qualidade regular ou mesmo fraca, e sem motivações para uma melhoria da sua capacidade tecnológica”. (Relatório anual do sector das águas e resíduos em Portugal, 2010)

Esta realidade imprime alguma controvérsia relativamente ao controlo das atividades com empresas externas, visto que apesar de se poder adquirir alguma mão-de-obra especializada, está também perante uma entidade intermédia que deve não só responder às solicitações como também obter lucro, apresentando assim um binómio conhecimento versus custo que se define com crescimentos análogos, ou seja, quanto maior a capacidade técnica maior o custo e vice-versa.

A experiência e conhecimento têm evoluído com a difusão do sector, mas estas insistências na decisão de entregar a gestão das atividades de manutenção a empresas externas, tem provocado algum atraso no desenvolvimento de técnicas de manutenção ótimas para acompanhar as necessidades. O investimento dos últimos anos em novas infraestruturas tem sido enorme, de tal ordem que os apoios da União Europeia no período

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

de 2006-2010 (1553 milhões de euros) representam 55% do total obtido desde 1977. Isto permite-nos concluir que, a maioria das infraestruturas atualmente existentes neste sector estão equipadas com equipamentos recentes, o que implica que caso ainda não se tenha desenvolvido planos de manutenção eficientes, a capacidade de trabalho dos equipamentos ainda se encontra numa fase de fiabilidade razoável, ou seja, mesmo sem manutenção pode afirmar-se que os equipamentos ainda se mantêm numa fase de desempenho sustentável. Embora seja uma área de intervenção essencial para o bom funcionamento da atividade, os dados anteriores levam a que a gestão se mostre reticente a novos investimentos em termos de manutenção, visto que, como é de conhecimento geral constitui-se como uma atividade que comporta um grau elevado de incertezas no que concerne ao retorno do investimento sem antes obter um histórico capaz de fornecer informações a nível do desempenho dos equipamentos.

Os sistemas de tratamento, quer de água de abastecimento quer de águas residuais, têm uma particularidade que abona a seu favor relativamente à paragem de equipamentos que integram a cadeia de valor, o tempo de espera não é tão rigoroso como numa empresa de produção, ou seja, se se olhar para o exemplo de uma empresa que realiza a sua atividade assente num horário de trabalho 24/dia, pode realçar-se que qualquer paragem da linha de produção tem implicações diretas ao nível do rendimento. Por outro lado existe o caso de um sistema de tratamento de águas para abastecimento que possui reservatórios de armazenamento, o que possibilita que uma grande percentagem de avarias em equipamentos não implique a paragem de abastecimento, e um sistema de tratamento de águas residuais não inviabiliza, na maioria dos casos, o seu tratamento em caso de paragem de equipamentos.

Todas estas incongruências provocam uma falta de equilíbrio no sector, no entanto quer por *outsourcing*, quer por meio internos é uma atividade que continua a ser realizada, e que deve continuar a ser tratada como *core business* destas empresas.

CAPÍTULO III - ENQUADRAMENTO OPERACIONAL

3.1. Implementação da Manutenção Lean

Para implementar a manutenção Lean numa empresa é necessário que haja desde início um comprometimento por parte de uma equipa de trabalho que disponha de autonomia adequada e conhecimento das ferramentas e princípios Lean, aliás é até aconselhável que nomeie um elemento para gerir o processo a tempo inteiro. A equipa deve receber em conjunto formação do ambiente e ferramentas Lean, de modo a criar uma sintonia em torno da implementação e alcançar de forma conjunta os objetivos inicialmente definidos.

A implementação da manutenção Lean, segundo Smith & Hawkins (2004) é constituída por 6 fases:

3.1.1. Fase 1 – Fase de avaliação Lean (2 a 4 Meses)

Esta fase pretende assegurar que o Departamento de manutenção se encontra preparado para uma implementação Lean. Consiste numa análise a avaliação do estado da empresa para uma posterior correção das áreas mais fracas, e consequente verificação. A fase 1 é composta por um conjunto de atividades de modo a avaliar o estado de implementação do sistema TPM com vista a melhorá-lo. A análise é constituída por:

- Avaliação da fiabilidade dos equipamentos
- Estrutura organizacional da manutenção
- Sistema de ordens de trabalho
- Armazém de peças
- Planeamento e calendarização
- Sistema de gestão de manutenção informatizado (CMMS)
- Documentação
- Engenharia da Manutenção

Não é imprescindível que o sistema TPM esteja a operar na zona da excelência para implementar o Lean. Ao contrário, caso não se consiga encontrar zonas fracas no sistema é porque não se está a realizar uma avaliação concreta de acordo com o pensamento

Lean. O relatório de avaliação deve ser constituído por uma lista de áreas menos consistentes que necessitam de melhoria ou desenvolvimento de modo a realizar um percurso contínuo satisfatório.

De modo a auxiliar a realização desta fase existem algumas ferramentas e metodologias que poderão ser utilizadas:

Eficácia Global dos Equipamentos (OEE – Overall Equipment Effectiveness) – Segundo Santos (2007) é uma ferramenta utilizada para medir as melhorias implementadas pela metodologia TPM. A utilização do indicador OEE, conforme proposto pela metodologia TPM, permite que as empresas analisem as condições reais da utilização dos seus ativos. Estas análises das condições ocorrem a partir da identificação das perdas existentes, envolvendo índices de disponibilidade de equipamentos, performance e qualidade.

Manutenção Centrada na Fiabilidade – Consiste em entender as principais fontes de avarias e falhas e antecipa-las na eminência da sua ocorrência. (SIQUEIRA, 2005)

Análise do Efeito e Modo de Falha - A metodologia de Análise do Efeito e Modo de Falha, conhecida como FMEA (do inglês Failure Mode and Effect Analysis), é uma ferramenta que procura, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo. Este é o objetivo básico desta técnica, ou seja, detetar falhas antes que se produza uma peça e/ou produto. Pode dizer-se que, com a sua utilização, está a diminuir-se as hipóteses do produto ou processo falhar, ou seja, está a procurando aumentar a sua confiabilidade.

Análise ABC - Trata-se de uma ferramenta de gestão que permite identificar quais os itens justificam atenção e tratamento adequados quanto à sua importância relativa. Esta análise permite classificar os problemas por ordem de importância em três categorias (A, B e C).

Just-In-Time – Já anteriormente definido.

Mapeamento da cadeia de valor – Esta é uma das ferramentas essenciais para o início da implementação da manutenção Lean. É definida como sendo uma forma de identificar quais são as atividades de acrescentam valor ao processo, criando dessa forma um enfoque sobre cada uma delas e permitindo assim que se elimine os tempos gastos em atividades que não são fundamentais e diminuindo o Tempo Total Médio de Manutenção. Pode ainda identificar-se as potenciais falhas na atividade e que requerem melhoria, definindo-se o ponto de partida para a implementação de outras ferramentas, como o 5s, kaizen ou fluxo de trabalho normalizado. É uma ferramenta que permite num curto espaço de tempo eliminar falhas a um baixo custo para a empresa.

Fluxo de Trabalho Normalizado – Consiste e realizar um procedimento padrão de uma dada ordem de trabalho, definindo todas as atividades a realizar desde o início até à sua conclusão. É uma das conclusões do Mapeamento da Cadeia de Valor.

Os cinco princípios Lean – Já anteriormente definido.

3.1.2. Fase 2 – Preparação Lean (2 a 6 Meses)

Esta é uma fase de formação, fundamental para a implementação e essencial para o sucesso. É particularmente uma fase de esforço educativo que tem como principal objetivo incutir em todos os elementos afetos ao projeto uma orientação para os princípios de manutenção Lean. Deve incluir uma vertente prática que visa formar grupos para a eliminação do desperdício e criação de eventos Kaizen. A criação das equipas deve ser baseada essencialmente na área de manutenção, mas deve contar com elementos da produção. As atividades nesta fase, que será de preparação para a fase 3, devem ser organizadas da seguinte forma:

1. Ponto de partida da Manutenção Lean para as massas (Orientação):
 - a. Proposta de Manutenção Lean
 - b. Princípios
 - c. Equipas de atuação
 - d. Atribuições preliminares
 - e. Habilitar equipas
 2. Sensibilizações para a liderança Lean:
 - a. Gestor da Manutenção (Líder e participante)
 - b. Gestor de produção
 - c. Gestor de compras
 - d. Gestor de Tecnologias de Informação
 3. Sensibilizações para as técnicas e princípios Lean:
 - a. Equipas de atuação
 4. Visitas a organizações com a Manutenção Lean implementada
- 3.1.3. Sessões de individuais para reafirmação do tema

3.1.4. Fase 3 – Fase piloto (1 a 3 Meses)

Esta será a primeira fase de implementação da manutenção Lean, onde se espera que já se tenha obtido previamente um conhecimento geral das ferramentas a aplicar. Deve ser definido um evento Kaizen (evento baseado na melhoria de um equipamento) para se abordar em conjunto com todas as áreas da empresa num prazo de 5 a 10 dias. A escolha do equipamento deve ser apoiada na cadeia de valor, onde deverá ter sido realizado um estudo de priorização anteriormente, de modo a obter resultados visíveis. Um elemento fundamental nesta fase será a autonomia das equipas de atuação, ou seja, devem ter independência para planear, executar e melhorar a eficiência do processo.

As equipas devem demonstrar nesta fase alguma aptidão para implementar os eventos Kaizen com base no ciclo PDCA (Planear, Executar, Verificar e Atuar), ou seja, devem ter alguma autonomia para desenvolver um plano, executa-lo, acompanhar o seu desenvolvimento com análises críticas e desenvolver ações corretivas de modo a melhorar a sua atuação. Deve ainda haver alguma autonomia na criação de diagramas causa-efeito, realizando abordagens conjuntas em reuniões de acompanhamento com a presença da equipa que realiza o evento Kaizen e das equipas que acompanham o desenvolvimento.

3.1.5. Fase 4 – Mobilização Lean (6 meses a 1 ano)

Esta é a fase onde o Gestor do Projeto de implementação da Manutenção Lean e as equipas de atuação são mais requeridos, de modo a acompanhar na íntegra o desenvolvimento da fase 3, com a continuação da realização de eventos Kaizen, e seu acompanhamento corretivo na hora, sendo imprescindível que se corrija na hora qualquer deslize detectado. A execução de medidas corretivas não devem ser vistas de forma negativa, culpabilizando alguém por determinado resultado, mas antes numa perspetiva de melhoria. O desafio passa por se conseguir manter a comunicação permanente entre as equipas formadas, demonstrando a importância das suas ações e motivando-as. É nesta fase que existe o maior perigo de desmotivação por parte de todos, pois não será fácil manter todos os Colaboradores focados na realização das suas tarefas, durante todo este processo. Como tal, será imprescindível a realização de reuniões com uma periodicidade curta onde sejam envolvidos todos os elementos da gestão de forma a garantir que os níveis de confiança de todos se mantêm elevados.

3.1.6. Fase 5 – Expansão Lean (4 meses a 1 ano)

Esta fase visa expandir o Lean para fora da área da manutenção, com o objectivo de alcançar a cadeia de fornecedores. Durante esta fase pretende-se criar cadeias de valor de modo a conectar as compras da manutenção com as tarefas da manutenção. Dependendo da maturidade de implementação do sistema de TPM, esta fase poderá ser desenvolvida entre 1 a 2 meses.

O objectivo principal será a minimização dos custos de inventário de manutenção enquanto se mantém a aprendizagem das necessidades de reabilitação dos equipamentos para equilibrar o binómio custo/tempo.

Antigamente os armazéns de equipamentos de manutenção tinham, todas as peças de desgaste rápido, e até aquelas que seriam necessárias para uma intervenção essencial, em *stock*. Com o evoluir dos tempos, e a constante necessidade em diminuir os custos, foi verificado que os valores de inventário eram insuportáveis, abrindo uma porta para a análise de metodologias que permitissem a garantia de equipamentos para as intervenções de manutenção a um baixo custo, implementando o JIT através da informação que vai sendo recolhida pelo CMMS, ou seja, o CMMS envia informação com calendarização antecipada para a aquisição de peças necessárias a determinada intervenção.

A implementação desta fase depende da forma como o TPM está implementado, bem como da forma como são utilizadas as funções de Manutenção Preditiva, a qual fornece informação através de técnicas de monitorização e teste para determinar quando se deve realizar uma determinada intervenção alargando os espaços temporais que normalmente são impostos pela Manutenção Preventiva.

3.1.7. Fase 6 – A sustentabilidade Lean

A sustentabilidade Lean assenta em três aspetos principais, a liderança, o compromisso e a melhoria contínua. Um comprometimento da gestão em dar continuidade às metodologias implementadas pelo Lean é fundamental para motivar e desafiar os colaboradores a manter novas formas de melhoria contínua. Para além da liderança, a estrutura Lean deve ser mantida através de sessões de formação, ações de reconhecimento e recompensa, comunicação interdepartamental, indicadores de processo e um envolvimento constante da gestão de topo. A melhoria contínua contribui essencialmente para a sustentabilidade ao promover a utilização de utilização de

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

ferramentas de melhoria adequadas aos processos de manutenção, de forma a acrescentar valor e eliminar o desperdício.

CAPÍTULO IV - PROPOSTA DE METODOLOGIA DE PLANEAMENTO DAS ACTIVIDADES DE MANUTENÇÃO NA AdNA

4.1. Motivação para o estudo e objetivos

A atividade de manutenção implementada na Águas do Norte Alentejano ainda se encontra numa fase embrionária de desenvolvimento, a percentagem de ações corretivas é elevada, e as tarefas planeadas são apenas associadas à manutenção preventiva. Ainda não existe uma preocupação baseada no envolvimento de todos os Colaboradores em definição de planos que incidam na vida útil dos equipamentos, em estudar as causas das avarias, em utilizar o CMMS como ferramenta principal de apoio, em otimizar os tempos de deslocação e em realizar operações de manutenção básica por parte da operação.

Este projeto tem como objetivo realizar uma verificação da atividade de manutenção, analisar as áreas que carecem de medidas de melhoria e traçar medidas de orientação na implementação de uma Manutenção Lean, focalizando a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos e otimização das atividades de manutenção, e relevando as áreas que não acrescentam valor à cadeia de produtividade de forma a eliminá-las.

4.2. Limitações ao projeto

A realização deste projeto teve como visão inicial a análise ao estado atual da manutenção da AdNA, definição de uma metodologia baseada em ferramentas Lean para diminuição dos custos, e uma fase de implementação de algumas ações que permitissem analisar a forma como se pode melhorar a manutenção neste tipo de serviços. No entanto, o aumento da cobertura de abastecimento, e consequente início de atividade de novas infraestruturas transferiu as atenções e mão-de obra da manutenção durante um período razoável, atrasando alguns trabalhos e impossibilitando a implementação e consequente análise de algumas ferramentas. Pelo que a terceira fase que visava a proposta de integração de algumas ações de eliminação de desperdício e atividades que não acrescentam valor não teve lugar, logo a análise não foi realizada tendo uma perspetiva prática.

4.3. Breve apresentação da Empresa

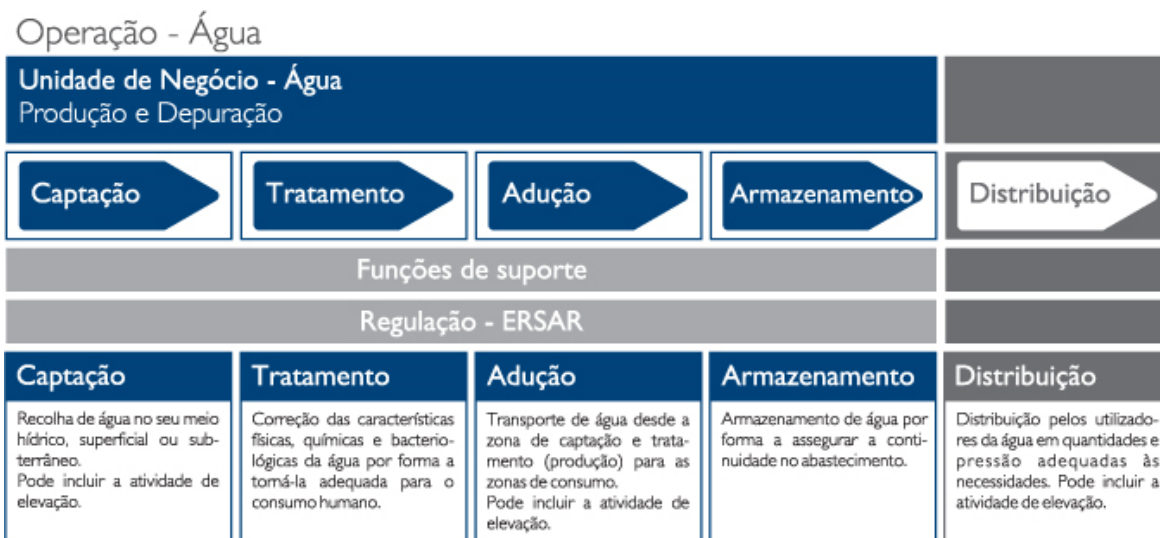
Segundo o Relatório & Contas da AdNA, 2011, a sociedade AdNA – Águas do Norte Alentejano S.A. que foi criada através do Decreto-Lei n.º 105/2001, de 31 de Março é responsável pela exploração e gestão, do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água e Saneamento do Norte Alentejano, abrangendo todos os municípios do distrito de Portalegre.

A sociedade é constituída pela AdP – Águas de Portugal, SGPS, S.A., com, 51% do capital social e com direito a voto e os restantes acionistas são os quinze municípios pertencentes ao distrito de Portalegre, na parte de capital social com direito a voto. Em 20 de Abril de 2001, a mesma celebrou com o Estado Português, representado pelo Ministro do Ambiente e do Ordenamento do Território, o Contrato de Concessão onde o concedente atribuiu à concessionária, em regime de exclusivo, a concessão da exploração e gestão, as quais abrangem a conceção, construção das obras e equipamentos, bem como a sua exploração, reparação, renovação, manutenção e gestão do Sistema Multimunicipal de Abastecimento de Água e Saneamento do Norte Alentejano, para captação, tratamento e rejeição de efluentes dos municípios anteriormente referidos.

As componentes constituintes da AdNA, abastecimento e saneamento, desenvolvem a sua atividade recorrendo a um variado tipo de infraestruturas que depende de algumas características inerentes ao meio envolvente, tais como a quantidade e qualidade do produto, dimensão do aglomerado populacional, localização, entre outros, de modo a conjugar ambos os ramos e cumprir com o seu objetivo. Para tal, os esquemas seguintes demonstram como, de uma forma genérica se processa as atividades:

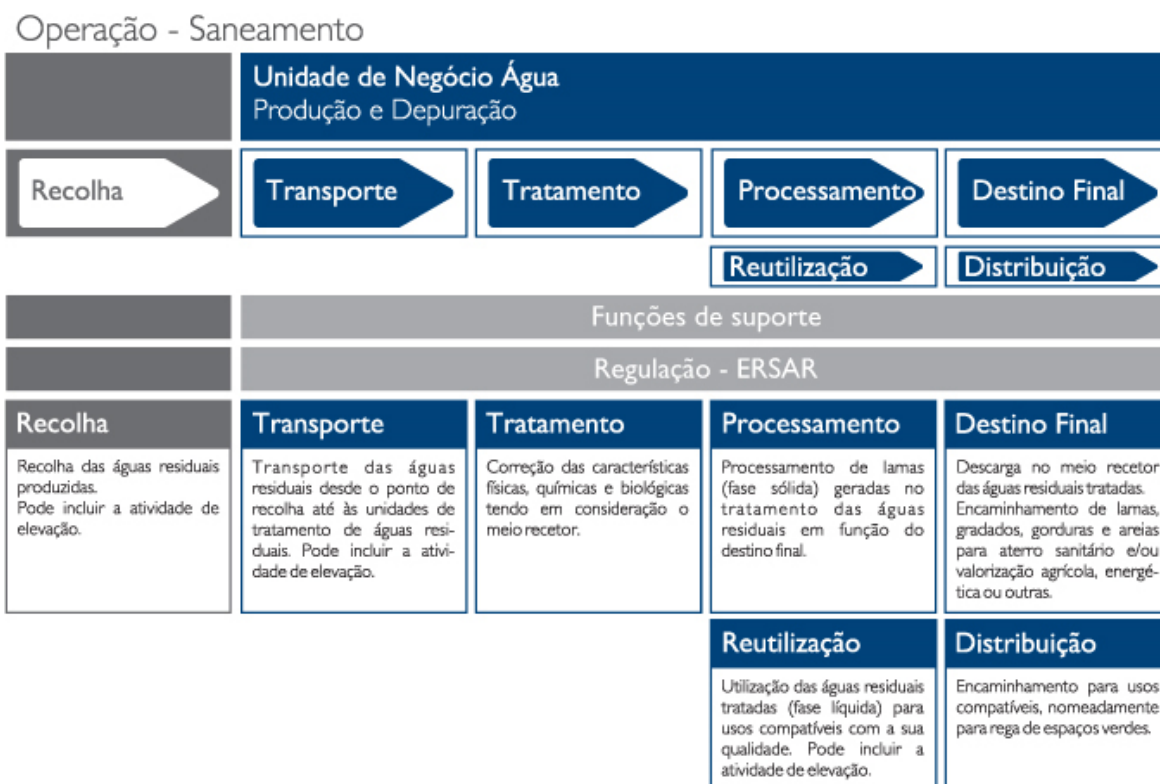
APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Figura 6 - Atividade de abastecimento de água



Fonte: Relatório e Contas 2011 AdNA

Figura 7 - Atividade de saneamento de águas residuais (in Relatório e Contas 2011 AdNA)



Fonte: Relatório e Contas 2011 AdNA

**APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.**

O horizonte de projeto da Águas do Norte Alentejano prevê a realização de um investimento de aproximadamente 108 milhões de euros, com o objetivo de garantir as mesmas condições a toda a população, independentemente da sua localização. Para isso, a AdNA prevê que, a componente abastecimento seja constituída por *três Sistemas Integrados, com captações em águas superficiais e respetivas Estações de Tratamento, dezasseis sistemas autónomos, 560 quilómetros de condutas adutoras, vinte e duas Estações Elevatórias, cerca de cento e quinze pontos de entrega e oito reservatórios de regularização*. No caso da componente de saneamento, esta é constituída por *um conjunto de 4 grandes ETAR, com mais de 15.000 habitantes-equivalente (Portalegre, Elvas, Ponte de Sôr e Tolosa), 57 ETAR de dimensão média, entre 400 e 15.000 hab-eq., e 25 Pequenas Instalações de Tratamento de Águas Residuais (PITAR), com menos de 400 hab-eq., e ainda por 23 estações elevatórias e cerca de 35 km de emissário*.

Das infraestruturas em projeto, no final do ano de 2011, a AdNA contava com uma taxa de cobertura (serviço fornecido à população) de 85,6% no caso do abastecimento e 81,4% no caso do saneamento.

Junto em anexo (Anexos 1 e 2) coloca-se as ilustrações que representam esquematicamente as infraestruturas em exploração, em projeto ou ainda em exploração pelos clientes/acionistas (municípios), onde se pode constatar a dimensão do sistema e a distância entre instalações que implicam uma das maiores relevâncias em termos de desperdício de tempo de trabalho.

A atividade da AdNA contava no final do ano de 2011 com 85 trabalhadores, sendo a sua estrutura organizacional composta da seguinte forma:

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Figura 8 - Estrutura organizacional da AdNA, S.A.



Relativamente à atividade de manutenção praticada na AdNA, conta atualmente com 3 Técnicos (Gestor, Responsável de Energia e Planeamento e Calendarização) e 10 Operadores que estão divididos em 5 equipas multidisciplinares com a valência de eletricidade e mecânica, distribuídos por 5 áreas estratégicas do distrito, cuja manutenção das infraestruturas nelas inseridas são da sua responsabilidade. Existe ainda algumas áreas que estão abrangidas por atividade em *outsourcing*, como é o caso da manutenção da maioria das infraestruturas de abastecimento do Sistema Caia (abrange os municípios de Arronches, Monforte, Campo Maior e Elvas), da manutenção das infraestruturas de abastecimento do Sistema Apartadura (abrange os municípios de Portalegre, Castelo de Vide e Marvão) e a atividade de reparação de roturas em condutas de abastecimento e saneamento a cargo igualmente de uma empresa em regime de *outsourcing*.

Em termos de logística, existe um armazém central, localizado na ETAR de Portalegre, que tem como atual finalidade servir de base de apoio a toda a logística da atividade, e pretende no futuro congregar a função de distribuição, por locais estratégicos, de

acessórios, materiais e equipamentos definidos como prioritários na cadeia de valor, a fim de diminuir os tempos e custos com o transporte.

Em termos de apoio informático, a atividade conta com um *software* robusto (MAXIMO) que agrega um conjunto razoável de opções capaz de suportar toda a gestão da área, e fornecer informação concisa ao nível da decisão.

A manutenção encontra-se, de uma forma generalizada, documentada com base em procedimentos que registam a forma como uma parte da atividade é realizada, a manutenção preventiva, a manutenção corretiva e a organização das equipas de manutenção. Para uma melhor percepção junta-se em anexo (Anexos 3 e 4) os procedimentos referidos.

4.4. Estado atual da manutenção na AdNA

A manutenção na AdNA não assenta em nenhum dos princípios tratados ao longo do projeto, pode definir-se como sendo uma atividade realizada com base nos aspetos tradicionais, ou seja, devido ao enorme fluxo de ações corretivas que são realizadas ao longo do ano, bem como do insuficiente número de colaboradores a exercer a função de técnico de manutenção, existe pouco espaço para a realização de uma análise de melhoria com a implementação de estudos de causa de avarias e falhas de modo a melhorar a realização da manutenção preventiva/preditiva. Este estado não implica que não se possa iniciar uma avaliação das tarefas realizadas, produzindo inicialmente o mapa da cadeia de valor, de modo a revelar quais são as áreas que merecem especial atenção.

Existem alguns constrangimentos que caracterizam as particularidades da atividade de manutenção da AdNA, entre outros, a dispersão geográfica e os poucos recursos humanos especializados ao nível desta área. De uma forma técnica, e não considerando as infraestruturas que integram uma dimensão menor em termos de tarefas de manutenção (condutas de abastecimento, emissários de saneamento e pontos de entrega), a AdNA conta no seu horizonte de projeto com cerca de 158 instalações que de uma ou outra forma requerem alguma atenção em termos de manutenção e conservação dos seus equipamentos. Estas instalações encontram-se espalhadas por uma área 6 065 km², e servindo uma população de 118.952 habitantes (Censos 2011; Portal do Instituto Nacional de Estatística), tornando a atividade de manutenção incomportável para ser realizada por 10 trabalhadores. Esta explicação deve-se principalmente à reduzida população existente nesta zona do país, pois realizando-se uma pequena comparação com o Distrito de Aveiro,

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

que dispõe de uma empresa com o mesmo ramo de atividade (Águas da Região de Aveiro, S.A.) pode verificar-se que para uma área de 2.808 km² tem-se uma população de 735.790 habitantes, oferecendo uma maior margem de lucro à empresa, e refletindo um menor desperdício de tempo em deslocações. A título de exemplo, se por alguma razão tiver de haver uma intervenção técnica na ETAR de Montargil, Concelho da Ponte de Sôr, com a presença de elementos sediados em Portalegre, a viagem de ida e volta representa cerca de 180 quilómetros, ou seja aproximadamente 3 de horas só em viagem, sem relacionar os custos inerentes à viatura.

De uma forma genérica, e analisando um pequeno período, no primeiro semestre de 2012 a média mensal percorrida por cada carro afeto à operação de manutenção foi de 3227 km, se se considerar uma média de 60 km/h, que normalmente até será inferior, conclui-se que por mês um operador da manutenção chega a despender de aproximadamente 50 horas, mais de uma semana de trabalho, em viagem.

Estes factos permitem explicar a forma como em termos de atividade de manutenção se torna complexo, mas não impossível, implementar um sistema que visa a utilização de algum tempo em planeamento e acompanhamento, pois para além destes constrangimentos, a vertente de responsabilidade social desta empresa não permite grande margem de manobra para uma implementação faseada, ou seja, para refletir o desenvolvimento deste estudo na atividade, seria importante realizar um conjunto de intervenções que implicasse a focalização em algumas instalações em detrimento de outras, no entanto nem uma população pode ficar sem água, nem o meio ambiente pode receber efluente por tratar.

4.5. TPM

Quando se fala em Lean fala-se em redução do desperdício e racionalização dos recursos. Mas se se falar de recursos está a apontar-se para três dimensões: recursos humanos, recursos técnicos e recursos ambientais. Assim sendo, a única forma de aproveitar melhor os recursos será associar essas três dimensões, permitindo que os recursos humanos tenham influência crescente nas outras duas dimensões, isto é, aproximando os meios humanos da gestão dos equipamentos e infraestruturas e/ou da gestão do meio envolvente.

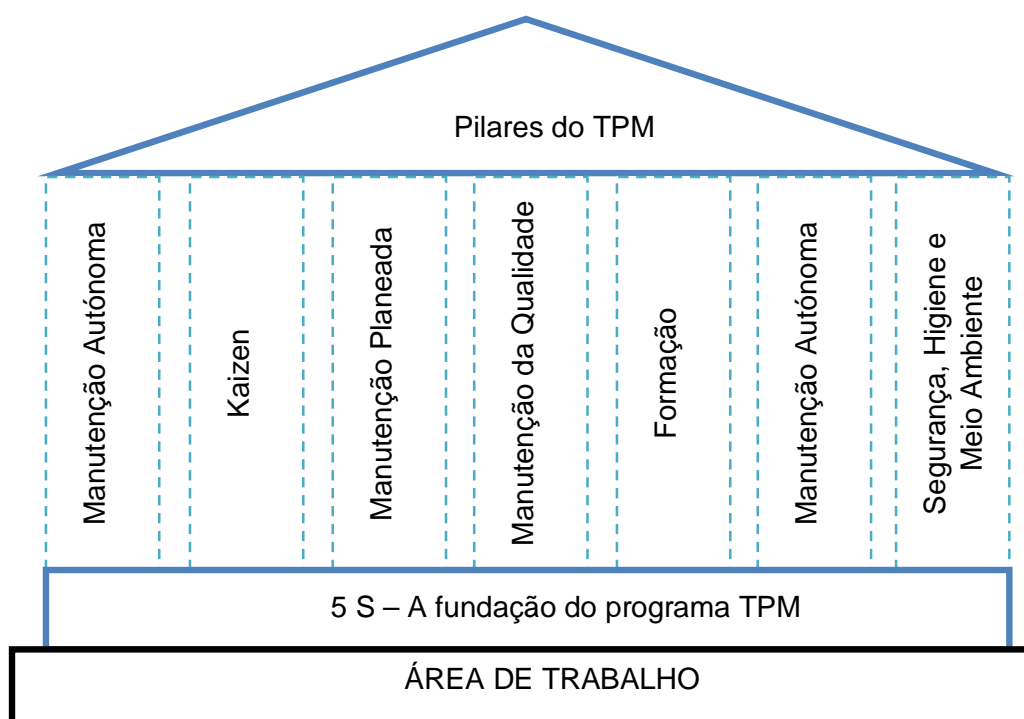
*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

Tal como referido anteriormente, o TPM, enquanto ferramenta que aposta no papel do operador como elemento chave na disponibilidade dos equipamentos e no seu rendimento, constitui, talvez, o maior e melhor alicerce para o Lean.

A Águas do Norte Alentejano não tem este sistema implementado, no entanto é possível através de um esforço conjunto, que se retirem indicações destas duas vertentes no sentido de combater os pontos fracos existentes.

Segundo Venkatesh (2007) o TPM assenta essencialmente em 7 pilares tal como o esquema abaixo representa:

Figura 9 - Pilares do TPM



Fonte: Venkatesh, J. 2007. *An Introduction to Total Productive Maintenance*

Numa empresa com a atividade de produção centrada na realização peças/equipamentos/materiais com qualidade e quantidade para garantir a sua quota de mercado, a implementação do TPM deve seguir religiosamente uma linha de orientação que assenta na inclusão dos pilares de forma gradual, com principal incidência nos 5S (Organização, Arrumação, Limpeza, Normalização e Autodisciplina). No caso do ramo de atividade da AdNA a implementação do TPM apenas tem sentido se for garantida de uma forma generalizada e através de eventos particulares, ou seja, é possível realizar a implementação global e em conjunto com os 7 pilares se se realizarem eventos direcionados para a melhoria continua, denominados eventos Kaizen.

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Analogamente à explicação de implementação de eventos Kaizen indicar-se-á um exemplo do que pode ser uma aplicação, ou seja, uma intervenção na AdNA, num equipamento de desidratação de lamas de água, que apresentou várias avarias e falhas, implicando atrasos no processo de tratamento de lamas. As principais causas verificadas foram: a inclusão de cal nas lamas (após desidratação forma pedras que danificam o equipamento), a falta de realização do processo de lavagem anterior e posterior à operação do equipamento e a falta de manutenção preventiva de acordo com o manual do equipamento. Neste exemplo estabelece-se uma comparação entre os acontecimentos reais e os benefícios de uma implementação TPM. Os eventos Kaizen podem ser aplicados com uma linha de seguimento constituída por 5 fases:

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 1 - Evento Kaizen - Fase 1 - Preparação e formação

Fase	Explicação	Aplicação Prática
1. Preparação e formação	<p>Sempre que possível deve ser ministrada uma ação de formação com antecedência, a todos os intervenientes, equipa de manutenção, equipa de operação, chefes de operação e manutenção. Esta ação de formação pretende informar todos os intervenientes do que vai consistir o evento Kaizen e principalmente envolvê-los no projeto, mostrando que o compromisso e a cooperação entre todos são fundamentais no processo.</p>	<p>Neste caso particular, o facto de se tratar de uma ação corretiva leva a que nem sempre seja possível realizar uma preparação perfeitamente adequada e com a antecedência necessária. No entanto, esta intervenção teve o acompanhamento de um técnico de manutenção especializado no equipamento e da equipa de manutenção (Chefia e técnicos), mas sem um acompanhamento real da equipa de operação.</p> <p>Melhorias – A equipa de operação que acompanha que lida diariamente com o equipamento deve ser informada das intervenções, bem como acompanhar a intervenção, pois para além de ser uma mais-valia com conhecimento real dos problemas ocorridos, poderá formar-se para futuras ocorrências, prevenindo assim a necessária intervenção da manutenção.</p>

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 2 - Evento Kaizen - Fase 2 – Discussão

Fase	Explicação	Aplicação Prática
2. Discussão	Antes da intervenção deve ser criado um grupo de trabalho autónomo multi-departamental que discute as melhorias que podem ser implementadas no que concerne à ergonomia, segurança e operacionalidade do equipamento. Toda a logística necessária é compilada e garantida para o início do evento (preparação de documentos, requisição de materiais, entre outros).	<p>Só após a abertura do equipamento foi possível realizar um diagnóstico claro da intervenção a realizar, onde foi detetado a necessidade de substituir alguns acessórios (rolamentos) e se verificou que derivado da causa anteriormente identificada o elemento rotante constituinte do equipamento apresenta algum desgaste.</p> <p>Melhorias – A urgência da intervenção não permitiu reunir as pessoas afetas ao equipamento antes da intervenção, no entanto após a intervenção deveria ter sido reunido este grupo de modo a registar todo o trabalho executado e discutir melhorias para o futuro.</p>

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 3 - Evento Kaizen - Fase 3 – Intervenção

Fase	Explicação	Aplicação Prática
3. Intervenção	<p>A intervenção deve ser realizada pelos técnicos de manutenção de acordo com a lista de melhorias previamente definida, e sempre que possível com a presença de um operador. A manutenção autónoma deve ser estabelecida e é ministrada formação necessária à operação.</p>	<p>A intervenção foi realizada pelo técnico especialista em conjunto com os técnicos de manutenção. Foram substituídos elementos de desgaste, tais como rolamentos, e foi informado pelo técnico especialista algumas formas de detetar falhas e avarias, bem como algumas operações que previnem mau funcionamento (ex.: etapas de lavagem e sua duração)</p> <p>Melhorias – Apesar da intervenção ter sido realizada pelos técnicos de manutenção, pois sendo técnica não seria relevante o acompanhamento por parte da equipa de operação, no final da intervenção deveria haver uma reunião que envolveria todas as áreas onde seria acompanhado por todos as indicações provenientes do trabalho realizado. Mais, visto que existem outros equipamentos similares noutras instalações da AdNA, deveria ter sido programada uma sessão para passar a informação por todos os intervenientes.</p>

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 4 - Evento Kaizen - Fase 4 – Documentação

Fase	Explicação	Aplicação Prática
4. Documentação	Da intervenção realizada deve resultar um conjunto de documentos que irão dar apoio contínuo à operação diária, como é o caso de fichas de instrução diretas, possíveis causas de avarias, rotinas de limpeza e lubrificação e as folhas de registo de avarias e anomalias.	<p>Intervenção foi realizada sem qualquer acompanhamento documental, apenas o apoio do manual de instruções do equipamento, sem qualquer tipo de registo de planeamento, nem sequer registo da intervenção. No final apenas foi deixado um relatório sintético da intervenção do técnico especialista, sem fundamentos suficientes para se garantir um histórico.</p> <p>Melhorias – Deverá haver largas melhorias nesta área, a documentação é um dos pilares da manutenção, pois só assim se consegue criar um histórico dos equipamentos/intervenções e realizar um acompanhamento analítico mais eficiente. Neste caso em particular seria de realçar que se poderia incluir junto ao equipamento um quadro onde seriam colocadas as instruções de trabalho relevantes, bem como os registos de limpeza e lubrificação.</p>

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 5 - Evento Kaizen - Fase 5 – Acompanhamento

Fase	Explicação	Aplicação Prática
5. Acompanhamento	A fase final da intervenção consiste numa análise de modo a registar as alterações não efetuadas, o resumo das operações realizadas e qualquer outra informação relevante para o processo que contribua para facilitar as alterações futuras desse equipamentos ou de equipamentos similares. As atividades de manutenção preventiva do equipamento são calendarizadas, normalmente, para doze meses após a realização do evento.	<p>Tal como referido esta foi uma intervenção corretiva com urgência, pelo que uma análise às falhas de planeamento nunca seria uma ação com benefícios próprios.</p> <p>Melhorias – Nesta altura deveria ter sido traçado um plano de manutenção preventiva com tarefas que incidem sobre uma análise ao equipamento em períodos chave.</p>

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Apesar de ter sido dado o exemplo de uma possível aplicação de um evento Kaizen a uma intervenção de manutenção corretiva, estes são mais eficientes quanto maior for a sua preparação e planeamento, não obstante de poderem ser aplicados em qualquer situação que envolva um equipamento e várias áreas de atuação.

A implementação destes eventos deve ser baseada na prioridade dos equipamentos e deve ter como principal melhoria o ciclo PDCA, ou seja, deve contemplar as fases de planeamento, execução, verificação e ação. As fases de planeamento e verificação deverão contemplar as seis principais perdas das máquinas (quebras, tempos de paragem, perdas do ciclo de produção, operação em vazio e paragens curtas, defeitos e perda por instabilidade no início do turno). Só assim se consegue realizar uma análise completa de forma a evitar a falta de fiabilidade e indisponibilidade do equipamento.

O TPM permite a assunção do compromisso a todos os níveis da organização aproximando as pessoas dos problemas do desperdício e encurtando o tempo de reação e intervenção.

CAPÍTULO V - AVALIAÇÃO DO ESTADO DA MANUTENÇÃO NA ADNA

A forma mais acessível de realizar uma análise minuciosa do estado da manutenção é individualizar cada característica e efetuar a avaliação de modo a enunciar passos para a melhoria, orientado para a manutenção Lean.

5.1. Estrutura Organizacional

A manutenção apresenta uma estrutura organizacional com uma área técnica centralizada, com um Coordenador de Operações que baseia as suas funções na gestão da área e em engenharia de manutenção, um responsável de energia que apoia as intervenções elétricas e eletrónicas e é responsável pela maioria das instalações elétricas e um coordenador das ordens de trabalho que tem como função o planeamento e registo dos trabalhos executados pela operação. Dispõe ainda de um responsável de armazém, que controla os pedidos de material, o *stock* e as entradas e saídas de armazém. A área de operação de manutenção é composta por equipas multidisciplinares com um técnico de mecânica e um técnico de eletricidade. As tarefas de manutenção são distribuídas pela operação numa relação de equilíbrio proporcional à sua capacidade de realização, ou seja, existe uma distribuição geográfica de instalações por cada equipa, sendo esta responsável por todas as intervenções necessárias, desde manutenção corretiva, preventiva, instalações de abastecimento e/ou saneamento.

Conclusão:

Aparentemente a estrutura tem uma base sólida de funcionamento, no entanto, e dado que o volume de trabalho não corresponde a uma distribuição normal de evolução e o número de ações de ordem corretiva é superior ao de preventiva, existem ocasiões onde é necessário alocar as equipas para zonas fora da sua área de responsabilidade, provocando desta forma um atraso no normal funcionamento dos seus trabalhos e tornando complexa a realização da atividade em harmonia com a melhoria contínua.

Apesar de ser satisfatório a existência de equipas multidisciplinares, dado o elevado volume de ações corretivas, seria interessante pensar em distribuir as equipas por manutenção corretiva e manutenção preventiva, garantido desta forma alguma fiabilidade dos equipamentos, e prevenindo o contínuo aumento de falhas e avarias. Na altura em que

se reunissem condições de equilíbrio normal entre uma área e outra, poderia retomar-se a distribuição geográfica atual.

5.2. Documentação

A documentação existente está compreendida entre os procedimentos que ditam as ações praticadas, a composição das equipas, a responsabilidade de infraestruturas, os procedimentos de atuação relativamente à manutenção corretiva e preventiva e os modelos de registo que permitem a memorização das intervenções efetuadas.

Conclusão

Um sistema documental é essencial para o funcionamento de qualquer processo, e a manutenção não é exceção. Os documentos devem corresponder a uma hierarquia que deve ser estabelecida com início na política, e a partir da qual devem ser elaborados objetivos baseados na atividade da manutenção e com a satisfação do cliente como meta. Como tal, sugere-se que sejam criados objetivos e monitorizados periodicamente para acompanhar a eficiência do processo.

Apesar de se encontrarem na base da pirâmide documental, as ordens de trabalho são o documento mais importante para análises futuras e alteração do processo com vista a um aumento da eficiência e consequente diminuição de desperdício. As ordens de trabalho na AdNA são contempladas e registadas pelo elemento responsável pelo planeamento dos trabalhos. Neste caso seria essencial que as ordens fossem redigidas por quem elabora a tarefa, de modo a garantir o máximo de informação real.

Com o desenvolvimento do processo de manutenção é ainda de sugerir que se inicie alguma elaboração de indicadores de desempenho da manutenção (KPI), como ferramenta de apoio à gestão da manutenção.

5.3. Sistema de gestão de manutenção informatizado (CMMS)

O sistema informático de apoio à manutenção utilizado pela AdNA (MAXIMO) é uma ferramenta de trabalho bastante completa, contemplando todas as áreas essenciais para gestão de *stocks*, planeamento e calendarização, controlo de ordens de trabalho, planos

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

de segurança, relatórios, entre outros. Esta é uma ferramenta fundamental para uma boa realização da atividade, oferecendo a possibilidade de registar todas as ordens de trabalho, logo pode realizar-se um acompanhamento dos equipamentos e ajustar a sua manutenção para uma visão além da manutenção preventiva. Pode ainda realizar-se um planeamento ajustado dos trabalhos tendo em consideração os materiais necessários e a segurança aquando da intervenção. Numa abordagem mais concreta na ótica do utilizador o programa permite ainda utilizar os KPI (Indicadores de desempenho), suportando a informação e compilando em tempo real e graficamente as várias áreas analisadas.

Apesar da AdNA dispor de um software com uma capacidade imensa em armazenar, compilar e apresentar todas as informações inerentes à atividade de manutenção, não é utilizado de forma eficiente. O carregamento do software com informação relativa aos equipamentos ainda se encontra numa fase inicial, não permitindo por isso a realização de um planeamento e calendarização da manutenção preventiva com incidência no equipamento. Ainda não existe uma utilização em pleno, nem um carregamento de toda a informação de material para inventário, impossibilitando de igual forma a gestão de *stocks* de armazém com recurso a esta ferramenta. As ordens de trabalho não são geridas pelos técnicos de manutenção, havendo um técnico que realiza o planeamento dos serviços e consequente registo das intervenções realizadas, dissipando muita informação relevante na comunicação entre os elementos.

Conclusão

Um CMMS deve ser uma ferramenta básica e não burocrática, que tenha a capacidade de garantir cinco funções chave: gestão de ordens de trabalho, planeamento e calendarização, análise de custo/orçamento, gestão de peças de armazém e avaliação dos indicadores chave de desempenho. Apesar do MAXIMO permitir a realização de todas estas funções, não é uma ferramenta que está a ser explorada plenamente, nem o seu potencial está a ser aproveitado. Primeiramente deve haver a possibilidade das equipas de operação terem acesso ao programa e formação para sua utilização, no sentido de receberem as ordens de serviço e registar as atividades desenvolvidas com muito mais rigor que se encontra a ser realizado no momento. Visto que atualmente ainda se está perante um volume de ações corretivas relevante, impossibilitando o desenvolvimento de um planeamento e calendarização eficazes, deve ser realçado a importância de incrementar a gestão de armazém com o apoio do software, pois este permite a realização de requisições associadas ao equipamento bem como uma análise de inventário com uma maior versatilidade. Assim que possível, é extremamente importante que a gestão dos equipamentos se realize toda através do software, pois eliminam-se grandes perdas de

tempo sempre que é necessário pesquisar alguma informação técnica. A utilização do MAXIMO para a avaliação dos indicadores de desempenho é outra ferramenta que eficaz, que poderá ser implementada quando todas as lacunas anteriores forem eliminadas.

5.4. Armazém

A manutenção da AdNA dispõe de um armazém localizado na ETAR de Portalegre que ainda se encontra em fase de desenvolvimento. Anteriormente à criação de um espaço central para armazenamento de materiais de *stock* todos os equipamentos estavam dispersos pelas várias instalações sem um critério definido de prioridade, e sem qualquer tipo de controlo entre entradas e saídas. Atualmente foi definido que o armazém central estava destinado a criar um sistema de *stock* baseado num levantamento pelos materiais de maior uso, sendo que quando se atingisse uma “velocidade de cruzeiro” na atividade de logística se alcançaria uma nova etapa, que seria a distribuição de peças de desgaste e acessórios pelas instalações que têm condições para armazenar os materiais que são inerentes aos seus equipamentos.

Conclusão

Um dos maiores constrangimentos que existe em termos da atividade de logística na AdNA é o facto da maioria das instalações serem bastante recentes e ter sido alvo de empreitadas que foram geridas por várias empresas, dado que os projetos são lançados em concurso público. De um ponto de vista técnico em termos de operação, é positivo que persista a existência de vários projetos para o mesmo fim, alargando assim o conhecimento dos gestores das instalações a nível da atividade. No entanto, isto só dificulta a atividade de manutenção, pois existe um mercado enorme e concorrencial em termos de equipamentos para habilitar este tipo de infraestruturas, criando assim um leque enorme de marcas e modelos que impossibilita uma gestão eficaz de material em armazém. Por muito que se realize uma análise ABC, e deve realizar-se pois não deixa de ser bastante relevante para o progresso de uma boa logística, vai sempre encontrar-se equipamentos que são prioritários para uma dada instalação, mas que criam um constrangimento dado que não representam uma fatia grande em termos de investimento.

Primeiramente deve ser realizado um levantamento por infraestrutura, e conjugar o máximo de equipamentos semelhantes para se realizar um *stock* de acordo com a

probabilidade de avaria, ou seja, quantos mais equipamentos forem abrangidos por determinado acessório, maior será a probabilidade deste vir a ser utilizado em tempo útil.

A AdNA deve criar uma metodologia para avaliar os equipamentos que realmente são imprescindíveis para a realização da atividade, e num desenvolvimento futuro deve estabelecer uma forma de gestão logística em parceria com os seus fornecedores, de modo a estabelecer prazos de entrega de material, responsabilizando assim os custos de armazenamento do lado do fornecedor.

5.5. Mapeamento da cadeia de valor

A AdNA ainda não realizou o mapeamento da cadeia de valor, apesar de já estar previamente estabelecido uma forma de distinguir as atividades prioritárias além da metodologia tradicional (manutenção corretiva/manutenção preventiva).

Esta cadeia de prioridades está definida com base na importância que o funcionamento do equipamento reflete na possibilidade de interromper o abastecimento de água potável ou o envio de efluentes não tratados para o meio ambiente. Apesar de estar bem presente um conhecimento geral deste procedimento, não existe uma documentação nem a criação de uma normalização para a interpretação das causas.

Conclusão

Este é um dos pontos essenciais para a análise de qualquer atividade, pois permite a criação de uma base de modo a focalizar nas ações que merecem uma maior atenção, para traçar um planeamento sustentável.

É essencial que este seja um dos pontos de partida da atividade de manutenção da AdNA, de modo a implementar esta metodologia de uma forma faseada, mas iniciando pelas áreas que realmente acrescentam valor, e detetando aquelas que poderão ser eliminadas ou alteradas no sentido de diminuir o tempo total médio da manutenção.

5.6. Rotas

As rotas realizadas pelos Operadores de manutenção é outro dos pontos que requer especial atenção, não só pelos custos inerentes à viatura, mas essencialmente pelo custo de mão-de-obra que é afetado pelo não-trabalho dos Colaboradores. Tal como foi referido na avaliação da atividade de manutenção em média cada Colaboradores realiza aproximadamente 3000 quilómetros em horário de trabalho para deslocações entre instalações, número este que pode ser compreendido pela dimensão conhecida das tarefas de manutenção corretiva, que implicam uma alteração à rota inicialmente prevista, resultando na sua maioria num acréscimo da distância.

Atualmente não existe um procedimento que preveja a forma como as rotas devem ser realizadas, havendo apenas um conhecimento baseado na experiência dos Colaboradores para realizarem os caminhos com menor distância entre instalações.

Conclusão

Como forma essencial de melhoria deve ser realizada uma análise à forma como são planeadas as rotas.

A AdNA dispõe de uma aplicação que dá informação através de GPS das rotas realizadas pelos Colaboradores, implementada essencialmente para sua segurança. Esta aplicação deve servir como base de estudo para, pelo menos no caso das ações planeadas, definir rotas padronizadas a realizar por cada equipa na sua área de intervenção. Como ponto de partida deve ainda ser verificado se não será uma mais-valia a definição de equipas afetas por tipo de manutenção, ou seja, no caso de manutenção preventiva/preditiva deveria manter-se as atuais responsabilidades em termos de área geográfica, criando equipas de prevenção para a manutenção corretiva.

A análise das rotas deve fundamentar o seu estudo no binómio preventiva/corretiva, pois só com o planeamento de tarefas se pode prever as rotas a realizar.

5.7. Manutenção Autónoma

Ao longo dos tempos, e porque a necessidade de diminuir custos e a disponibilidade de mão-de-obra especializada nem sempre favorecem o dia-a-dia da empresa, tem vindo a ser implementado uma maior responsabilidade por parte dos Colaboradores da área de operação, sendo alocadas tarefas que inicialmente pertenciam à manutenção, de modo a

conservar a disponibilidade dos equipamentos através de pequenas ações, tais como verificações periódicas do estado normal de funcionamento, lubrificações, limpeza.

No caso particular da atividade de saneamento, que compreende um número maior de instalações, estas ações autónomas tornam-se especialmente importantes, no entanto o diminuto número de Colaboradores existente igualmente nesta área, não permite a dispensa de tempo necessário para realizar as ações de manutenção de uma forma eficiente.

Conclusão

A integração de autonomia por todos os operadores no que toca a tarefas de manutenção parece ser a melhor ideia para diminuir os custos de deslocação, e alocar a mão-de-obra especializada para áreas de intervenção que requerem maior atenção.

A criação de uma equipa de trabalho que conjugue as várias áreas (logística, manutenção e operação) permite analisar quais serão as atividades que poderão ser distribuídas pelos vários Colaboradores, criando assim uma medida que garantidamente irá diminuir os custos. A formação é igualmente fundamental, não querendo dizer que será imprescindível a realização da mesma por entidades externas, pois no caso da manutenção autónoma a realização de sessões periódicas onde se reúnem Colaboradores de Operação e Manutenção para trocar ideias e passar informação, é uma forma de dinamizar esta metodologia.

5.8. Engenharia de Manutenção

A engenharia de manutenção não está implementada na AdNA de uma forma eficiente, pois não são planeadas sessões de trabalho entre técnicos de modo a melhorar a deteção de causas e avarias existentes, e identificar ações corretivas/preventivas aumentando a fiabilidade dos equipamentos.

A forma de atuação perante as situações que requerem a reunião de várias ideias é na sua maioria relacionadas com situações de paragem/avaría de equipamentos que são essenciais para o processo, e requerem intervenção corretiva imediata. Também nesta área o elevado volume de manutenção corretiva impede o desenvolvimento da mesma com vista à implementação da engenharia de manutenção.

Conclusão

Entre as responsabilidades da engenharia de manutenção para a criação e execução de manutenção proactiva, devem ser usados relatórios gerados pelo CMMS para determinar as áreas de elevado e estabelecer metodologias para análise de todos os dados de manutenção para fazer recomendações e alterações às frequências de manutenção preventiva e critérios de manutenção planeada e corretiva. Este deverá também identificar a necessidade de adição ou exclusão de Planos de Manutenção, estabelecer processos de avaliação para aperfeiçoar o programa e estabelecer normas de desempenho para cada equipamento. O grupo de engenharia de manutenção também estabelece as frequências de inspeção, teste e ajuste com base na experiência (histórico) de operação do equipamento.

5.9. Plano de implementação da manutenção Lean na AdNA

Com base nos conteúdos bibliográficos analisados e na avaliação realizada à atividade de manutenção da AdNA, apresenta-se de seguida uma proposta de plano de implementação da manutenção Lean na AdNA:

Quadro 6 - 1.ª Fase de implementação Lean

1.ª FASE: REALIZAÇÃO DAS MELHORIAS VERIFICADAS NA ANÁLISE DO ESTADO DE IMPLEMENTAÇÃO LEAN (2 A 10 MESES)						
Intervenção		2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
1.ª FASE: REALIZAÇÃO DAS MELHORIAS VERIFICADAS NA ANÁLISE DO ESTADO DE IMPLEMENTAÇÃO LEAN (2 A 10 MESES)						
ordens de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar as equipas com meios para receber e registar - Utilizar o CMMS para priorizar as ordens de trabalho 					
Rotas	<ul style="list-style-type: none"> - Otimização das rotas utilizadas para as deslocações - Utilização do GPS para minimizar deslocações desnecessária 					
Mapeamento da Cadeia de Valor	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar e definir as atividades prioritárias na manutenção, separando as ações que não acrescentam valor - Eliminar/Redefinir a forma de atuação 					
Análise ABC	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver um sistema de armazenamento de forma a minimizar o inventário e manter em <i>stock</i> os materiais/equipamentos necessários - Descentralizar o armazém por outras instalações 					
Armazém	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar o Just-in-time - Realizar uma análise ABC - Descentralizar o armazém pelas várias instalações 					
Fluxo de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Integrar e manter um fluxo de trabalho normalizado criando procedimentos padrão para todas as atividades 					
TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação e integração da metodologia TPM nas áreas de operação 					

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Área de Intervenção	Ações	2 MESES	4 MESES	6 MESES	8 MESES	10 MESES
Estrutura organizacional da manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar a função de calendarização e planeamento - Delinear e verificar a estrutura das funções das equipas - Reconhecer a função engenharia de manutenção 					
Documentação	<ul style="list-style-type: none"> - Criar uma política, objetivos e metas para a manutenção - Desenvolver planos de manutenção com base na estratégia definida e a implementar - Desenvolver fluxos de trabalhos normalizados para todas as tarefas, de forma a uniformizar a atividade - Adaptar a documentação técnica e conjugar da melhor forma a informação 					
5S	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de técnicas de arrumação e limpeza do local de trabalho e meios de apoio (viaturas) - Definir normas de limpeza para cumprimento ambiental - Organizar o espaço de armazém para uniformização da utilização do espaço para todo os intervenientes 					
Engenharia de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de um grupo de trabalho com o objetivo de analisar áreas que requerem intervenção técnica do ponto de vista da melhoria - Criação de um plano de melhoria com base em informações fornecidas pela operação 					

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 7 - 2.ª Fase de implementação Lean

2.ª FASE: PREPRAÇÃO LEAN (2 A 6 MESES)				
Area de Intervenção	Ações	2 MESES	4 MESES	6 MESES
Formação e sensibilização	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver um plano de formação para dotar todos os intervenientes com noções de metodologia Lean - Envolver as áreas de logísticas, manutenção e operação no sentir de orientar para um desenvolvimento conjunto a implementação das novas formas de manutenção. - Criação de grupos de trabalho autónomo para realização de eventos Kaizen 			
TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Acompanhamento da implementação da metodologia - Realização de auditoria para verificar o estado de desenvolvimento e compreensão por parte de todos os participantes 			

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 8 - 3.ª Fase de implementação Lean

3.ª FASE: PILOTO (1 A 3 MESES)				
Área de Intervenção	Ações	1 MÊS	2 MESES	3 MESES
Eventos Kaizen	<ul style="list-style-type: none"> - Integração das equipas de trabalho e nomeação de um gestor para o acompanhamento dos eventos Kaizen - Realização dos eventos com base do ciclo PDCA (Planeamento, Execução, Verificação e Atuação) 			
TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Análise conjunto do TPM com base no acompanhamento dos eventos Kaizen 			
Documentação	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão da documentação elaborada anteriormente. Análise dos objectivos e metas traçadas para redefinição de novas medidas e aplicação, caso aplicável, de medidas corretivas e/ou de melhoria - Revisão do sistema de ordens de trabalho e nível de compreensão na utilização do CMMS por parte dos operadores - Integração 			
Armazém	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão da estratégia implementada anteriormente - Análise da eficiência da utilização de armazéns descentralizados - Revisão das condições de funcionamento do Just-in-time implementado 			

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

3.ª FASE: PILOTO (1 A 3 MESES)				
Área de Intervenção	Ações	1 MÊS	2 MESES	3 MESES
5S	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão do estado de implementação do 5S (Vistoria dos locais de trabalho de forma a confirmar que seguem o que está pré-estabelecido) - Averiguação do padrão estabelecido em todas as áreas de trabalho (armazém, viaturas, oficinas) 			
Planeamento e Calendarização	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão do planeamento e calendarização 			

Quadro 9 - 4.ª Fase de implementação Lean

4.ª FASE: MOBILIZAÇÃO LEAN (6 MESES A 1 ANO)					
Área de Intervenção	Ações	3 MÊSES	6 MESES	9 MESES	12 MESES
Manutenção autónoma	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o estado de implementação da manutenção autónoma - Analisar a eficácia da manutenção autónoma através da realização de uma intervenção pelos técnicos de manutenção, como base no estado dos equipamentos quando da manutenção preventiva - Realizar sessões de trabalho com os elementos de operação para esclarecimentos, recomendações e sugestões - Criar uma integração do elemento nomeado para a gestão da manutenção Lean nos grupos de trabalhos, demonstrando desta forma uma função de apoio 				
Eventos Kaizen	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de eventos Kaizen com base em sugestões nomeadas pela área de operação. Integrar os elementos de uma forma mais ativa no sentido de minimizar as intervenções da área técnica de manutenção. 				

Quadro 10 - 5.ª Fase de implementação Lean

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

5.ª FASE: EXPANSÃO LEAN (4 MESES A 1 ANO)

Área de Intervenção	Ações	3 MÊSES	6 MESES	9 MESES	12 MESES
CMMS	- Optimização do <i>software</i> de forma a recolher informação no sentido minimizar os custos com inventário (normalização de fornecedores)				
Fornecedores	- Realizar análise de mercado reunindo os fornecedores de maior relevo e negociar prazos para fornecimento de peças e acessórios fundamentais, de modo a minimizar a quantidade de materiais e equipamentos existentes em armazém - Desenvolver parcerias com fornecedores de modo a inclui-los da cadeia de conhecimento dos equipamentos				
Engenharia de Manutenção	- Realizar reuniões com base na informação disponível sobre equipamentos no sentido de adaptar a manutenção preventiva e transformar o máximo em manutenção preditiva				

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 11 - 6.ª Fase de implementação Lean

6.ª FASE: SUSTENTABILIDADE LEAN	
Área de Intervenção	Ações
Gestão	<ul style="list-style-type: none"> - Comprometimento contínuo da gestão e envolvimento nas ações de manutenção, principalmente eventos Kaizen. - Reconhecer a identificação e realização de eventos Kaizen através mecanismo de recompensa
Manutenção autónoma	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer uma autonomia contínua no papel da operação apostando na melhoria contínua
Engenharia de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Optimização do sistema

A implementação da metodologia Lean na atividade de manutenção da AdNA seria um projeto ambicioso e relativamente exclusivo nesta área em Portugal, visto que esta metodologia não se encontra muito desenvolvida nas áreas de serviços públicos, nomeadamente no abastecimento de águas e saneamento de águas residuais. De lembrar que para iniciar esta implementação, para além do compromisso necessário por parte de todos os intervenientes, seria imprescindível que se apostasse numa fase inicial numa implementação única da ferramenta TPM, pois para além de ser umas das bases essenciais para o funcionamento do Lean, cria um ponto de partida para um melhor entendimento por parte de todos.

CAPITULO VI - ANÁLISE PRÁTICA - ETA DA APARTADURA

6.1. Enquadramento

No seguimento do contexto, e tendo em consideração a abordagem realizada ao estado da manutenção na AdNA, será interessante aprofundar a implementação Lean de uma forma mais particular, nomeadamente aplicando a uma das infraestruturas da AdNA. Dado que, tal como já identificado, o estado atual de funcionamento da manutenção está contido numa aplicação tradicional, resolvendo na sua maioria manutenções corretivas, não será possível realizar uma abordagem concretas, sendo que os valores sugeridos em termos de manutenção Lean serão meramente empíricos.

Foi escolhida a ETA da Apartadura, pois de entre as instalações apresenta uma evolução gradual em termos de manutenção derivado do contrato realizado com a empresa AGS no ano de 2010, e que desde então se mantém com a responsabilidade de intervir ao nível dos equipamentos da ETA bem como dos Pontos de Entrega associados a este sistema.

O método aplicado pela empresa AGS também não vai além de uma conjugação entre a manutenção corretiva vs manutenção preventiva, no entanto a sua aplicação, e a dedicação de pessoal a tempo inteiro a instalações fixas, despoletaram resultados positivos em termos de evolução dos tempos de funcionamento bem como da fiabilidade de alguns equipamentos.

De uma forma genérica, neste capítulo, será elaborada uma caracterização da infraestrutura, efetuado uma conjugação dos equipamentos mais importantes, e realizada uma análise comparativa entre os custos atuais da manutenção e uma aproximação daqueles que poderão ser os valores caso surgisse uma implementação da manutenção Lean.

6.2. Caracterização da infraestrutura e equipamentos

A caracterização da infraestrutura de uma forma genérica permite avaliar qual o tipo de equipamentos que podemos encontrar no processo de tratamento e qual a estruturação que deve ser realizada para a manutenção.

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

De acordo com o site da empresa, e de uma forma resumida, a atividade exercida na ETA da Apartadura pode ser descrita da seguinte forma:

“A Estação de Tratamento de Água (ETA) da Apartadura é a infraestrutura de tratamento de água, para consumo humano, que integra o Sistema de Abastecimento da Apartadura. A origem de água associada a esta ETA é a Albufeira da Apartadura. A capacidade de tratamento instalada nesta infraestrutura é de 680m³/hora, dos quais 350m³/hora são destinados ao abastecimento a Portalegre e os restantes 330 m³/hora destinam-se ao abastecimento da população dos concelhos de Castelo de Vide e Marvão, perfazendo um total de 35 000 habitantes.

A captação de água na Albufeira da Apartadura é efetuada através de uma torre localizada na margem direita. A água é conduzida graviticamente por uma conduta com diâmetro de 600 mm que se desenvolve no interior de uma galeria.

A ETA é constituída por duas linhas de tratamento, em paralelo, de forma a responder às necessidades de abastecimento de água, tanto em época alta como em época baixa.

O processo de tratamento da água é realizado mediante um conjunto de operações unitárias, nomeadamente: Pré-oxidação com Ozono, Remineralização com CO₂ e leite de Cal, Adição de Carvão Ativado em Pó, Coagulação/Floculação, com adição de coagulante e polímero, Decantação em manto de lamas fluidizado, Filtração Rápida em areia e Desinfecção Final com Cloro gasoso.

A ETA dispõe de um Centro de Comando que permite comandar e visualizar o funcionamento da ETA e também visualizar algumas variáveis relevantes do sistema de adução, tais como níveis de reservatórios, caudais aduzidos e totalizados e cloro residual nos vários pontos.

Para a realização deste processo de tratamento a ETA conta com um conjunto diferenciado de equipamentos, que devido à especificidade de alguns não permite uma execução da manutenção recorrendo apenas a recursos humanos internos. De acordo com a listagem anexa, de equipamentos presentes na infraestrutura, podemos reunir por tipologia de modo a facilitar a análise.

Assim, e de acordo com o quadro seguinte, temos como principais equipamentos que devem surgir como elementos chave no processo de manutenção, o seguinte:

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

Quadro 12 - Identificação de equipamentos ETA Apartadura

Tipo de equipamento	Quantidade	Tipo de Manutenção	
		Elétrica	Mecânica
Bombas	36	Sim	Sim
Reservatórios	6		
Eletroagitador	9	Sim	Sim
Válvulas	29	Se aplicável	Sim
Medidores/Analísadores	17	Sim	
Quadro elétricos	13	Sim	
Compressores	7	Sim	Sim
Doseadores de Cloro	2	Sim	Sim
Secadores	3	Sim	Sim
Geradores de Ozono	2	Sim	Sim
Máquina de desidratação de lamas	1	Sim	Sim
Gerador	1	Sim	Sim
Ventiladores	4	Sim	Sim
Total	130		

De entre todos os equipamentos presentes na instalação, a tabela anterior apresenta uma relação daqueles que devem representar maior prioridade derivado da sua importância para o sistema de tratamento. Criando uma análise genérica dos dados apresentados destacam-se quatro tipos de equipamentos com maior relevância na aplicação da manutenção: bombas, válvulas, medidores/analísadores e quadros elétricos. Apesar de em maior número, são equipamentos que pelas suas características típicas representam alguma facilidade na aplicação das técnicas de manutenção, quer preventiva, quer preditiva, pois derivam de uma funcionalidade típica que torna simples a deteção do ponto ótimo de funcionamento. Por outro lado, caso a tarefas de acompanhamento e manutenção não sejam realizadas com algum conhecimento crítico poderá derivar daí uma “avalanche de falhas e avarias que tornam esta atividade muito dispendiosa. Por outro lado, apesar de em menor número, existem outros tipos de equipamentos que se distinguem pelo tipo de conhecimento técnico necessário para executar as suas manutenções, o caso dos doseadores de cloro e dos geradores de ozono, que apesar de

pertencerem ao plano de manutenção, estão cingidos a intervenções de carácter geral, sendo como tal imprescindível que periodicamente sejam assistidos por empresas externas.

6.2.1 Atividade de manutenção

Tal como já referido, a manutenção da ETA da Apartadura está ao cargo de uma empresa em regime de outscourcing (AGS), que apresenta uma área de atividade constituída por um Operador eletromecânico a tempo inteiro, um Engenheiro semanalmente, e sempre que necessário, é acrescido ao grupo de trabalho outros elementos com conhecimento e competências específicas, nomeadamente instrumentação e automação.

A prestação teve o seu início em meados ano de 2010, e dado o estado da infraestrutura e dos equipamentos foram efetuados esforços iniciais com incidência principal na manutenção corretiva, tendo esta sido acompanhada por um levantamento de todos os equipamentos de modo a realizar os planos de manutenção preventiva a aplicar quando a disponibilidade tivesse foco nesta área. De acordo com o relatório anual referente à atividade realizada em 2011, 75,7% do tempo dispendido focou-se na manutenção corretiva, sendo os restantes 24,3% para a manutenção preventiva.

Ainda referente a este ano podem destacar-se alguns pontos que foram alvo de correção com a necessidade de substituição de equipamentos derivado da falta de conservação dos mesmos:

Quadro 13 - Análise de custos

Equipamentos	Custo face ao valor anual da atividade (%)	Tempo despendido na realização das atividades (dias de trabalho)
Intervenções de reparação ao gerador de ozono	1,3	20
Diagnóstico, avaliação de melhoria de funcionamento dos filtro 4, 5 e 6	0,7	7

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

Diagnóstico, reparação e substituição do motor dos sopradores	1,6	8
Substituição do secador de ar de serviço	1,6	2
Substituição de bomba de sulfato de alumínio	0,8	1
Recuperação e conservação do grupo de bombagem 1 da estação elevatória	3,2	9
Total	9,2	47

Nota: Todos os valores apresentados são aproximações aos valores reais, não obstante de oferecerem uma perspetiva da realidade em estudo. O tempo de trabalho não é contabilizado no custo apresentado.

De acordo com a análise ao quadro, e reforçando a ideia que a informação inserida é apenas um exemplo de alguns trabalhos realizado no decorrer do ano 2011, pode concluir-se que os valores apresentados demonstrados algumas lacunas que implicam um aumento do significativo do custo nesta área de atividade.

Ainda recolhido no mesmo relatório, existe uma série de trabalhos de substituição que não tiveram seguimento, justificando-se pela falta de urgência na sua realização, mas principalmente devido ao seu montante global, representando estes, aproximadamente 38,7% do custo anual dedicado à manutenção da ETA da Apartadura.

6.3. Estudo Comparativo

Com base na descrição geral realizada, e tendo em consideração todo o enquadramento teórico abordado anteriormente, será pertinente elaborar um estudo comparativo entre a atividade de manutenção atualmente realizada, e aquilo que poderá ser uma possível implementação da manutenção Lean, com incidência no plano de implementação elaborado no capítulo V.

Quadro 14 - Estudo comparativo - 1.ª Fase de implementação Lean

1.ª FASE: REALIZAÇÃO DAS MELHORIAS VERIFICADAS NA ANÁLISE DO ESTADO DE IMPLEMENTAÇÃO LEAN (2 A 10 MESES)

Área de Intervenção	Ações	Relação com a atividade da ETA da Apartadura	Possível investimento (com base no valor global do ano 2011)	Retorno financeiro
Sistema de ordens de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar as equipas com meios para receber e registar - Utilizar o CMMS para priorizar as ordens de trabalho 	No estado atual já é utilizado um software de apoio para registo e planeamento de todas as tarefas e atividades realizadas	Não aplicável	Não aplicável
Rotas	<ul style="list-style-type: none"> - Otimização das rotas utilizadas para as deslocações - Utilização do GPS para minimizar deslocações desnecessária 	Este ponto não é aplicável, dado estarmos perante uma infraestrutura única, sem necessidade de recorrer a otimização de rotas		
Mapeamento da Cadeia de Valor	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar e definir as atividades prioritárias na manutenção, separando as ações que não acrescentam valor - Eliminar/Redefinir a forma de atuação 	Ao implementar esta ação permite à estrutura focar a atenção para atividades prioritárias, não excluindo nenhuma tarefa importante, mas escalonando em termos temporais.	Deverá ser realizado um investimento alocado ao tempo necessário para planeamento. (5 a 10% sobre o valor de RH)	Ao fim de um ano de implementação presume-se que o investimento seja recuperado através de tempo não perdido com atividades de baixo valor

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Área de Intervenção	Ações	Relação com a atividade da ETA da Apartadura	Possível investimento (com base no valor global do ano 2011)	Retorno financeiro
Análise ABC	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver um sistema de armazenamento de forma a minimizar o inventário e manter em <i>stock</i> os materiais/equipamentos necessários - Descentralizar o armazém por outras instalações 	A instalação em estudo não dispõe de uma capacidade efetiva de modo a criar uma reserva significativa de material. No entanto, com base no ponto anterior, poderá ser previsto uma listagem de acessórios para os equipamentos com maior prioridade.	Investimento inicial de 10-25%, dependendo dos custo de acessórios	O retorno é realizado pela capacidade existente em não perder tempo perante uma necessidade essencial de substituição de peças. Previne-se tempos de paragem de produção.
Armazém	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar o Just-in-time - Realizar uma análise ABC - Descentralizar o armazém pelas várias instalações 	No seguimento do ponto anterior, o facto de se ter um armazém abastecido, permite planeamento rigoroso de toda a atividade		
Fluxo de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> - Integrar e manter um fluxo de trabalho normalizado criando procedimentos padrão para todas as atividades 	Esta normalização permite recuperar tempo perdido no planeamento de trabalhos, sendo essencial quando uma mesma atividade pode ser realizada por vários intervenientes.	Não existe investimento significativo.	O retorno pode ser caracterizado pela uniformidade no planeamento
TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação e integração da metodologia TPM nas áreas de operação 	Requer disponibilidade das equipas de operação e coordenação técnica.	5-7% do tempo despendido pelo intervenientes na implementação do TPM.	Representa um retorno a médio prazo, devido à distribuição de tarefas dentre as várias áreas. 5%

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

1.ª FASE: REALIZAÇÃO DAS MELHORIAS VERIFICADAS NA ANÁLISE DO ESTADO DE IMPLEMENTAÇÃO LEAN (2 A 10 MESES)

Área de Intervenção	Ações	Relação com a atividade da ETA da Apartadura	Possível investimento (com base no valor global do ano 2011)	Retorno financeiro
Estrutura organizacional da manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar a função de calendarização e planeamento - Delinear e verificar a estrutura das funções das equipas - Reconhecer a função engenharia de manutenção 	A implementação deste ponto não envolve um investimento propriamente direto, representando um investimento a nível técnico de modo a criar um alargamento periódico nas atividades de manutenção preventiva e preditiva.	5% de dedicação semanal	O fato de se conseguir delinear de uma forma mais concreta as tarefas de manutenção, permite obter mais disponibilidade para investigação e desenvolvimento. Retorno de 10% para alocar à Engenharia de Manutenção
Documentação	<ul style="list-style-type: none"> - Criar uma política, objetivos e metas para a manutenção - Desenvolver planos de manutenção com base na estratégia definida e a implementar - Desenvolver fluxos de trabalhos normalizados para todas as tarefas, de forma a uniformizar a atividade - Adaptar a documentação técnica e conjugar da melhor forma a informação 	Esta é uma forma de criar linhas de orientação interna, através de indicadores que alimentam objetivos de forma a atingir metas previamente delineadas. Neste caso, e desta instalação em particular, a criação de planos de manutenção e fluxos de trabalho normalizados permite uma orientação individual da atividade em estudo.	10-15% de disponibilidade dos Técnicos	Após a implementação deste tipo de documentação o retorno é imediato, dado que as análises posteriores serão favorecidas pela normalização e uniformização.

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS
RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

Área de Intervenção	Ações	Relação com a atividade da ETA da Apartadura	Possível investimento (com base no valor global do ano 2011)	Retorno financeiro
5S	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação de técnicas de arrumação e limpeza do local de trabalho e meios de apoio (viaturas) - Definir normas de limpeza para cumprimento ambiental - Organizar o espaço de armazém para uniformização da utilização do espaço para todo os intervenientes 	A criação de ferramentas de “arrumação e limpeza” permite facilitar a identificação de incorreções existentes no desenvolvimento da atividade.	Não aplicável	A implementação desta ferramenta, para além de simples, confere um retorno exemplar, dado que implica uma melhoria imediata na identificação de falhas e avarias, bem como reduz o trabalho em oficina.
Engenharia de Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de um grupo de trabalho com o objetivo de analisar áreas que requerem intervenção técnica do ponto de vista da melhoria - Criação de um plano de melhoria com base em informações fornecidas pela operação 	Investimento em RH internos, transferindo uma % do seu tempo para a engenharia da manutenção.	Derivado da importância que uma área com esta competência, pode definir-se este como um dos pontos mais importantes, pelo que um investimento de 20% do tempos dos Técnicos de Manutenção não será em demasia.	O retorno neste ponto é verificado apenas a médio-longo prazo, dado que os estudos estabelecidos nem sempre oferecem uma redução de custos diretas, apenas trabalham a nível de aumento da fiabilidade do serviço.

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 15 - Estudo comparativo - 2.ª Fase de implementação Lean

2.ª FASE: PREPRAÇÃO LEAN (2 A 6 MESES)				
Área de Intervenção	Ações	Relação com a atividade da ETA da Apartadura	Possível investimento (com base no valor global do ano 2011)	Retorno financeiro
Formação e sensibilização	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver um plano de formação para dotar todos os intervenientes com noções de metodologia Lean - Envolver as áreas de logísticas, manutenção e operação no sentido de orientar para um desenvolvimento conjunto a implementação das novas formas de manutenção. - Criação de grupos de trabalho autónomo para realização de eventos Kaizen 	O envolvimento de todas as áreas vai permitir um trabalho conjunto que trará mais-valia à informação recolhida. Envolvimento de todos os intervenientes no processo de implementação de eventos Kaizen com sessões ao longo do período (~5%)	Apenas o grupo de trabalho para a realização de eventos Kaizen poderá aqui ser, não sendo relevante para ser tratado como um custo.	A implementação desta metodologia permite o envolvimento na melhoria contínua, logo poderá resultar num retorno imediato.
TPM	<ul style="list-style-type: none"> - Acompanhamento da implementação da metodologia - Realização de auditoria para verificar o estado de desenvolvimento e compreensão por parte de todos os participantes 	Neste ponto, e dado que a implementação do TPM envolve toda a área de atividade de operação e manutenção, prevê-se a verificação do início da fase de retorno.	Não aplicável	Início da fase de retorno

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 16 - Estudo comparativo - 3.ª Fase de implementação Lean

3.ª FASE: PILOTO (1 A 3 MESES)				
Área de Intervenção	Ações	Relação com a atividade da ETA da Apartadura	Possível investimento (com base no valor global do ano 2011)	Retorno financeiro
Eventos Kaizen	<ul style="list-style-type: none"> - Integração das equipas de trabalho e nomeação de um gestor para o acompanhamento dos eventos Kaizen - Realização dos eventos com base do ciclo PDCA (Planeamento, Execução, Verificação e Atuação) 	Esta fase será integrada no espaço temporal recuperado entre as intervenções antigas, de modo a criar momentos de melhoria contínua que permitam de uma forma global visualizar a implementação do Lean.	Não é previsto investimento nesta fase, no entanto irá depender do tipo de eventos Kaizen	O retorno será verificação a médio-longo prazo, fruto das melhorias implementadas
TPM	- Análise conjunto do TPM com base no acompanhamento dos eventos Kaizen	Esta fase é apenas de acompanhamento, não tendo qualquer tipo de influência a nível financeiro	Não aplicável	Não aplicável
Documentação	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão da documentação elaborada anteriormente. Análise dos objetivos e metas traçadas para redefinição de novas medidas e aplicação, caso aplicável, de medidas corretivas e/ou de melhoria - Revisão do sistema de ordens de trabalho e nível de compreensão na utilização do CMMS por parte dos operadores 	O acompanhamento das alterações realizadas em termos de documentação permite visualizar as melhorias implementadas, bem como recolher informação que alimenta a análise do estado atual da manutenção.	O investimento verificado anda em torno da disponibilidade necessária por parte dos Técnicos (2-3% do tempo)	Ao longo do tempo irá constatar-se melhorias ao nível da análise de informação que permite um acompanhamento da área de manutenção de forma mais eficiente.

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Área de Intervenção	Ações	Relação com a atividade da ETA da Apartadura	Possível investimento (com base no valor global do ano 2011)	Retorno financeiro
Armazém	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão da estratégia implementada anteriormente - Análise da eficiência da utilização de armazéns descentralizados - Revisão das condições de funcionamento do Just-in-time implementado 	Novamente esta é uma fase de acompanhamento de medidas implementadas, não obstante de se poder realizar novo investimento, caso a implementação do Just-in-time, bem como a aquisição de peças de reserva prioritárias tenham já demonstrado melhorias.	Caso aplicável, aumento de 10% no investimento em peças de reserva de acordo com a análise ABC.	Esta será sempre uma análise qualitativa, pois a comparação entre fases poderá não ser direta. No entanto em termos globais prevê-se um retorno de cerca de 5% do tempo perdido em aquisição de peças
5S	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão do estado de implementação do 5S (Vistoria dos locais de trabalho de forma a confirmar que seguem o que está pré-estabelecido) - Averiguação do padrão estabelecido em todas as áreas de trabalho (armazém, viaturas, oficinas) 	Nesta fase poderá constatar-se as melhorias proporcionadas pela “arrumação e limpeza”, ao nível de deteção de falhas e avarias, bem como de organização e orientação das atividades	O investimento nesta área é todo inicial, pelo que ao longo do tempo basta manter a medidas anteriormente previstas.	O retorno é visível a médio prazo, pelo que poderá ser integrado como uma melhoria indireta.
Planeamento e Calendarização	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão do planeamento e calendarização 	De forma a garantir que o processo de planeamento e calendarização anteriormente implementado foi eficiente deve ser realizada nova revisão nesta altura e se aplicável implementadas novas melhorias.	Não aplicável	Não aplicável

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 17 - Estudo comparativo - 4.ª Fase de implementação Lean

4.ª FASE: MOBILIZAÇÃO LEAN (6 MESES A 1 ANO)				
Área de Intervenção	Ações	Relação com a atividade da ETA da Apartadura	Possível investimento (com base no valor global do ano 2011)	Retorno financeiro
Manutenção autónoma	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o estado de implementação da manutenção autónoma - Analisar a eficácia da manutenção autónoma através da realização de uma intervenção pelos técnicos de manutenção, como base no estado dos equipamentos quando da manutenção preventiva - Realizar sessões de trabalho com os elementos de operação para esclarecimentos, recomendações e sugestões - Criar uma integração do elemento nomeado para a gestão da manutenção Lean nos grupos de trabalhos, demonstrando desta forma uma função de apoio 	A transferência de responsabilidades de simples execução técnica para trabalhadores que têm contato diário com os equipamentos, permite uma alocação com maior eficiência aos serviços de manutenção (~5%)	O investimento nesta área será realizado ao nível dos trabalhadores que realizam atividade diária na instalação, os quais poderão desenvolver algumas tarefas simples e realizar um acompanhamento do funcionamento dos equipamentos.	Tendo como base o facto de os Trabalhadores da área de manutenção poderem ter mais tempo para dispor em intervenções de maior ordem técnica, prevê-se um retorno em termos de eficiência no serviço de manutenção de 5%.
Eventos Kaizen	- Realização de eventos Kaizen com base em sugestões nomeadas pela área de operação. Integrar os elementos de uma forma mais ativa no sentido de minimizar as intervenções da área técnica de manutenção.	De acordo com a implementação dos eventos ao longo do tempo, nesta fase pode iniciar-se uma otimização do processo.	À semelhança da aplicação anterior, tudo depende do tipo de eventos a aplicar.	Será verificado a médio-longo prazo.

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Quadro 18 - Estudo comparativo - 5.ª Fase de implementação Lean

5.ª FASE: EXPANSÃO LEAN (4 MESES A 1 ANO)				
Área de Intervenção	Ações	Relação com a atividade da ETA da Apartadura	Possível investimento (com base no valor global do ano 2011)	Retorno financeiro
CMMS	- Otimização do <i>software</i> de forma a recolher informação no sentido minimizar os custos com inventário (normalização de fornecedores)	Nesta altura será pertinente uma exploração deste aplicativo, retornando valores com base em indicadores de serviço, de forma a constituir uma base de planeamento.	Prevê-se um investimento do tempo disponibilizado pelos técnicos de cerca de 10%, dado que será uma ferramenta com um universo de informação muito vasto.	O retorno financeiro será verificado indiretamente ao longo do tempo, pois quanto maior a qualidade da informação tratada, melhores os resultados.
Fornecedores	- Realizar análise de mercado reunindo os fornecedores de maior relevo e negociar prazos para fornecimento de peças e acessórios fundamentais, de modo a minimizar a quantidade de materiais e equipamentos existentes em armazém - Desenvolver parcerias com fornecedores de modo a inclui-los da cadeia de conhecimento dos equipamentos	Com a experiência alcançada ao longo do tempo poderão ser definidos fornecedores de peças e equipamentos chave de modo a criar um contrato de fornecimento, utilizando as suas instalações como armazém, e tornando o armazém atual mais eficiente.	Com o retorno financeiro verificado ao fim de 3 anos, pode apostar-se nesta área de modo a criar um just-in-time fora do espaço da organização (aplicação de 5% a 10%)	O retorno financeiro neste caso é bastante relevante, pois para além de garantir o just-in-time, não ocupa lugar nas instalações. (~5% a médio prazo)
Engenharia de Manutenção	- Realizar reuniões com base na informação disponível sobre equipamentos no sentido de adaptar a manutenção preventiva e transformar o máximo em manutenção preditiva	Esta é uma área de valor acrescentado, não sendo diretamente interligada a investimento e retorno financeiro, trará a realização da atividade com maior eficiência.	Não aplicável	Não aplicável

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Após a implementação da manutenção Lean, e tal como descrito no quadro abaixo, a sustentabilidade deste sistema é essencial do ponto de vista de 3 áreas principais, Gestão, Manutenção autónoma e Engenharia da Manutenção, que irão contribuir para a elencar de todas as outras ferramentas de modo tornar o sistema o mais sustentável possível.

Quadro 19 - Estudo comparativo - 6.ª Fase de implementação Lean

6.ª FASE: SUSTENTABILIDADE LEAN	
Área de Intervenção	Ações
Gestão	<ul style="list-style-type: none">- Comprometimento contínuo da gestão e envolvimento nas ações de manutenção, principalmente eventos Kaizen.- Reconhecer a identificação e realização de eventos Kaizen através mecanismo de recompensa
Manutenção autónoma	<ul style="list-style-type: none">- Estabelecer uma autonomia contínua no papel da operação apostando na melhoria contínua
Engenharia de Manutenção	<ul style="list-style-type: none">- Otimização do sistema

6.3.1. Análise crítica e conclusiva do estudo comparativo

De acordo com a tabela atrás realizada estamos perante informação de base que poderá fornecer de uma forma mais singular uma aproximação daquilo que se poder chamar “Manutenção Lean”. Este tipo de aproximações não pode resultar numa análise linear, em que a informação tratada irá inferir num trabalho previsional com características concretas em termos de resultados, pois nem a informação empírica disponibilizada serve de base para este tipo de estudos, nem existe ao momento um termo de comparação que poderá dar resultados consistentes.

Assim, e tendo em consideração informação recolhida junto da empresa AGS que presta atualmente a atividade de manutenção na ETA da Apartadura, e que tem como principal objetivo a implementação de uma atividade em que a manutenção preventiva seja em maior percentagem relativamente à corretiva, de acordo com o seu histórico de atividade noutras empresas, obtém-se resultados aproximados de acordo com o seguinte:

- Manutenção corretiva – Redução de 80% dos custos, relativamente à atividade anterior
- Manutenção preventiva – Redução de 50% dos custos, relativamente à atividade anterior

Tendo em consideração que a implementação da Manutenção Lean prevê uma recuperação de valores pela sua incidência em pontos-chave, pode concluir-se que as percentagens de redução de custos serão superiores. Relativamente ao investimento necessário, este é na sua maioria relativo a disponibilidade dos trabalhadores para implementar as várias ferramentas, sendo que o tempo dispensado no início pode parecer um custo para a maioria das organizações, pois enquanto se investe nesta área não se preocupa com outros trabalhos essenciais, no entanto e de acordo com os prazos estabelecidos atrás, num espaço temporal máximo de 2 anos, será notado o retorno financeiro, com uma otimização generalizada não só dos equipamentos, como também das atividades realizadas.

CAPÍTULO VII - ANÁLISE CRÍTICA/CONCLUSÃO

A necessidade crescente em realizar muito com pouco é uma máxima que está em vigor no seio de todas as empresas que se encontram num mercado altamente concorrencial. Este tipo de conceito tem vindo a ser desenvolvido ao longo dos anos e, já não precisa de mais provas que poderá ser aplicado em qualquer atividade com resultados garantidos.

Apesar de ainda haver alguma reticência por parte das empresas em apostar em metodologias comprovadamente lucrativas, torna-se cada vez mais premente apostar em investimentos que a longo prazo detenham um retorno visível para a empresa.

O Lean não é mais que alterar as formas de realização de um determinado trabalho com vista a minimizar os custos inerentes à atividade, com o objetivo da máxima eficiência dos recursos disponíveis. A sua aplicação ao nível da manutenção mostra que para além da preocupação desta metodologia em evidenciar a sua capacidade em maximizar os lucros de uma organização diminuindo o desperdício em termos de produção, é também possível apostar na capacidade de aumento da fiabilidade dos equipamentos estabelecendo o mesmo objetivo.

Com este trabalho caracterizou-se a atividade de manutenção da empresa Águas do Norte Alentejano, e verificou-se que existem muitos aspetos relevantes, tanto ao nível da função manutenção como das funções de apoio relativamente à falta de eficiência e eficácia de algumas áreas, sendo necessário, portanto, a aplicação de medidas que permitam retirar o máximo de potencialidade dos sistemas de manutenção Lean quando este for efetivamente implementado. Algumas áreas que poderão ser verificadas primeiramente serão a priorização dos sistemas/equipamentos, a minimização de deslocações entre instalações, a criação de um fluxo de trabalho normalizado e a documentação, nomeadamente o registo de ordens de trabalhos.

Ao longo do desenvolvimento deste estudo foram encontradas algumas limitações, entre as quais, reduzido número de registos relativos a falhas dos equipamentos, escassa informação para produção de KPI's, pouca disponibilidade de recursos humanos para implementação prática da metodologia abordada neste trabalho, falta de resposta ao questionário realizado às empresas do grupo Águas de Portugal.

A título sugestivo, a criação de um plano que preveja uma diminuição das ações de manutenção corretiva com a maximização das ações de manutenção preventiva seria um ponto de partida para criar condições de sustentabilidade, desta forma, aumentam-se os

*APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.*

custos diretos no curto prazo mas que se traduzirão numa diminuição dos custos indiretos, levando a menos falhas e avarias no longo prazo, levando por isso a uma maior eficiência dos recursos disponíveis. Deverá desenvolver-se uma articulação efetiva entre a área de operação e manutenção com o objetivo de definir ações de manutenção autónoma, tornando menos dependentes algumas das ações de manutenção preventiva, libertando assim esses recursos técnicos para uma maior focalização noutras atividades preponderantes e mais especializadas da área de manutenção. Por outro lado, uma manutenção autónoma implica também um menor número de deslocações, uma vez que ao longo do tempo acabariam por libertar os operadores das inúmeras ações corretivas que existem atualmente ao mesmo tempo que, permitiriam que os técnicos conseguissem, no longo prazo, realizar planeamento efetivo para todas as intervenções de manutenção. Estas ações teriam como resultado final, a diminuição dos custos com as viaturas e uma maior eficiência dos recursos, quer materiais quer humanos.

Outra das sugestões, com base no desenvolvimento deste trabalho, consiste numa maior dinamização do *software* de apoio à manutenção, no sentido da produção de informação relativa aos equipamentos, que servirá de ferramenta para o planeamento de ações preventivas e, talvez, num futuro próximo, preditivas, com vista à eficiência.

Com este trabalho, pretende delinear-se um guia para implementação da manutenção Lean na AdNA, que permita criar as condições ótimas para aumentar a fiabilidade dos equipamentos inerentes à atividade de abastecimento de água e saneamento de águas residuais no Distrito de Portalegre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Águas do Norte Alentejano, S.A., (2012), Relatório e Contas 2011
- Cabral, J. P. S., (2004), *Organização e Gestão da Manutenção*, (4.ª Edição), Editora Lidel, Lisboa
- Caetano, R. F.D. (2009), *Desenvolvimento do Sistema de Gestão da Manutenção da CIPAN*, Dissertação não publicada em Engenharia Química, Lisboa: IST
- Canuto, R.; Mendes, J.; Pereira, F., (2002), “*Factores que influenciam a disponibilidade dos equipamentos e das instalações*” Sétimo Congresso de Manutenção da APMI
- Corder, A., (1976), *Maintenance management techniques*, Editora McGraw Hill, [S.I.]
- Farinha, J., (1997), *Manutenção das Instalações e Equipamentos Hospitalares (Uma abordagem teológica)*, Editora Minerva, Lisboa
- Deming, W. Edwards (1993), *The New Economics for Industry, Government, Education* (2.ª Edição)
- Infor EAM (2007), *Best practices to turn asset management into a profit-center*, Infor Corporate Headquarters
- Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos, (2010), *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal*, (vol. 1)
- Komonen, K. 2002. "A cost model of industrial maintenance for profitability Analysis and benchmarking", *International Journal of Production Economics*, 2002.
- Neto, T., (2011), *A história da evolução do sistema de gestão da manutenção*. Disponível em <http://www.mantenimentomundial.com/sites/mm/notas/evolucao-do-sistema.pdf>. [Consult. em 20 de Março de 2012]
- Norma EN 13306 – *Manutenção – Terminologia da manutenção*, Julho 2010, ICS 01.040.03; 03.080.10
- Norma NP 4483:2009 – *Guia para a implementação do sistema de gestão da manutenção*, Novembro 2009, ICS 03.080.10; 03.100.01; 03.120.10
- Norma NP 15341:2009 – *Indicadores de desempenho da manutenção*, Novembro 2009, ICS 03.100.99
- Peneirol, N. (2007) - “*Lean Construction em Portugal Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner*”, Dissertação (Mestrado) – IST/UTL
- Pinto, V., (1994), *Gestão da Manutenção*, 1ª edição, Editora IAPMEI, Lisboa, ISBN 972-9205-57-4

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MANUTENÇÃO LEAN A UM SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA E SANEAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS – O CASO DA ÁGUAS
DO NORTE ALENTEJANO, S.A.

Relatório Anual 2011 - Prestação de Serviços de Manutenção do Sistema de
Abastecimento da Apartadura, AGS, 2012

Revista de gestão Industrial, ISSN: 1808-0448

Santos, A. C. O. & Santos, M. J. (2007) – *Utilização do indicador de eficácia global de equipamentos (OEE) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura – Um estudo de caso*, XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu-Brasil

Shingo, S. (1992) *The Shingo Production Management System: Improve Process Functions*

Simões, F. M. C. (2009), *Lean Healthcare – O conceito Lean aplicado à realidade dos serviços de saúde*, Dissertação não publicada em Gestão da Tecnologia, Inovação e Conhecimento, Aveiro: Universidade de Aveiro

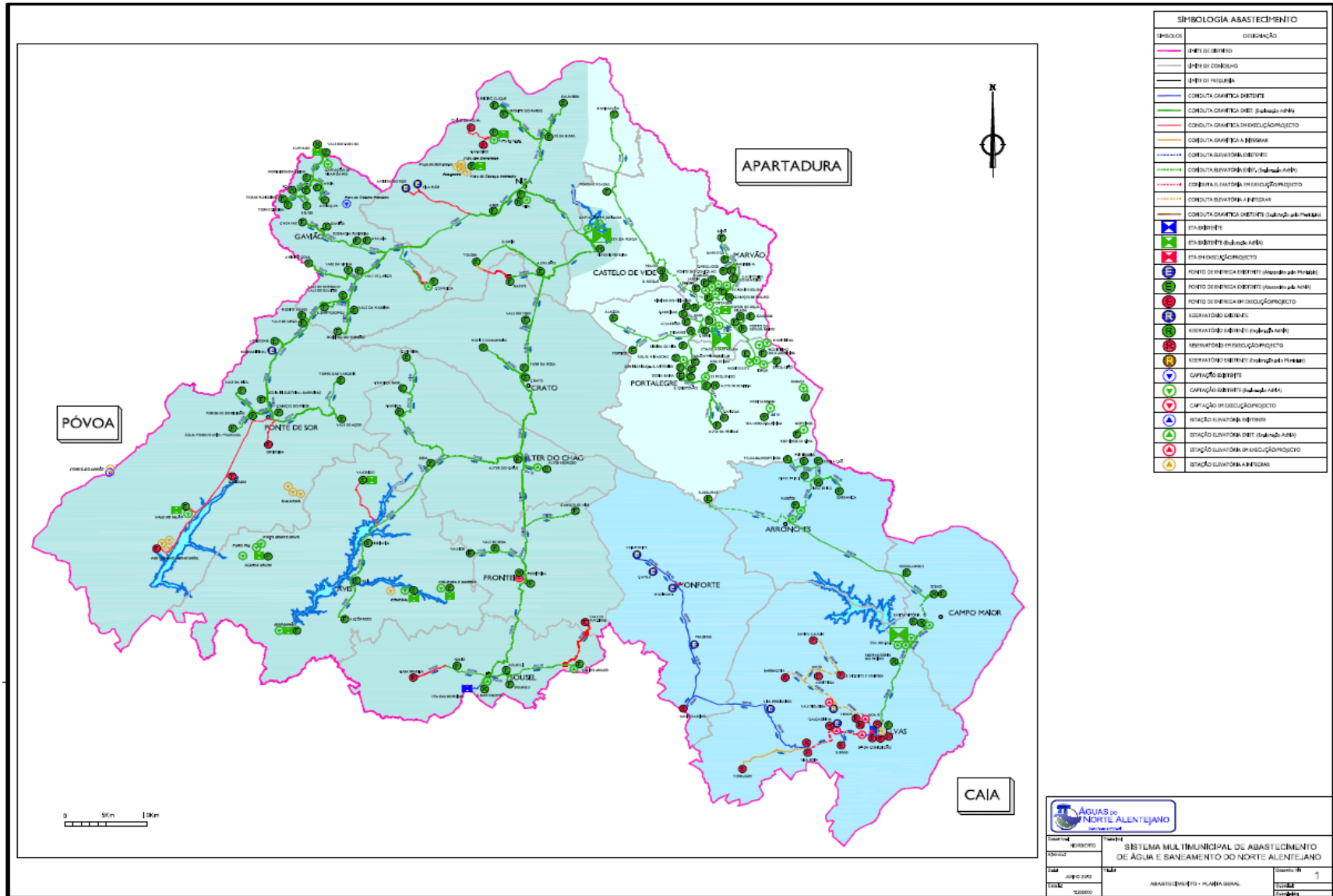
Siqueira, I. P. (2005), *Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implantação*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005

Venkatesh, J. 2007. *An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM)*. 2007. [s.n.]

Womack, J. P. & Jones, D. T. (2003), *Lean Thinking – Banish waste and create wealth in your corporation*, [s.l.]

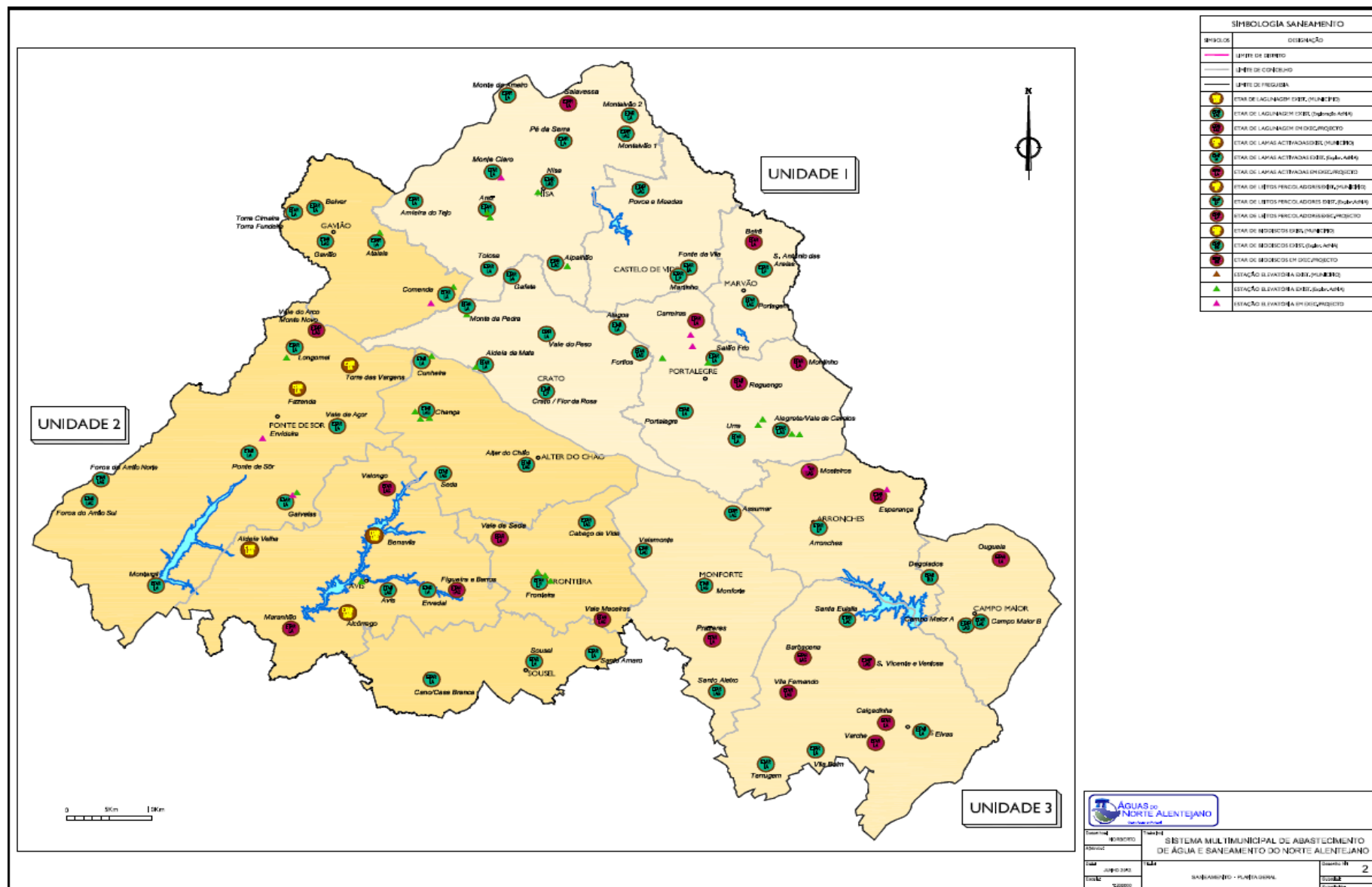
ANEXOS

Anexo 1 – Esquema representativo da infraestruturas de abastecimento da AdNA




Ricardo Jorge Tomás Ribeiro

Anexo 2 – Esquema representativo da infraestruturas de saneamento da AdNA



Ricardo Jorge Tomás Ribeiro

Anexo 3 – Procedimento operativo de manutenção corretiva da AdNA

 ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO <small>Grupo Águas de Portugal</small>	PROCEDIMENTO OPERATIVO MANUTENÇÃO CORRECTIVA	REVISÃO N.º: 0 DOC.: PO_09
--	---	-------------------------------

1. **Objectivo:** Definição dos procedimentos a seguir para a execução de uma OT não planeada

2. **Âmbito:** Aplicável a todos os Colaboradores da área da manutenção

3. **Referência:**

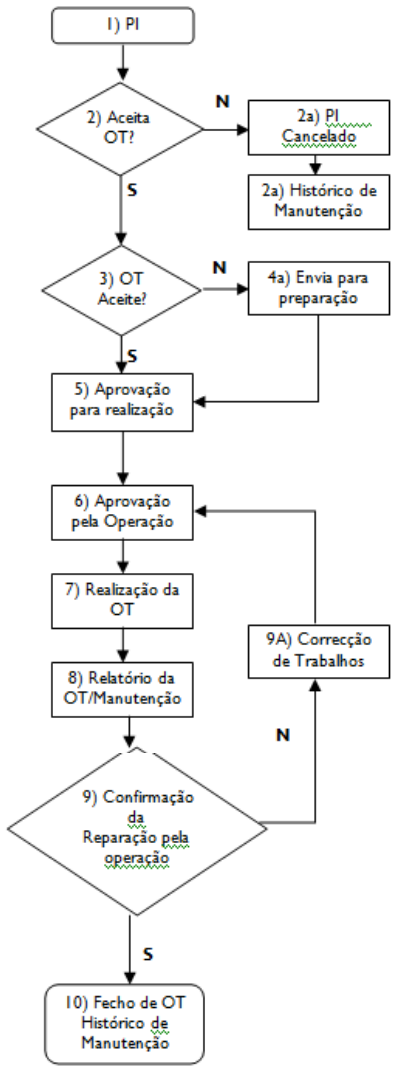
4. **Definições:**

OT – Ordem de Trabalho


PI – Pedidos de Intervenção

MAXIMO – Software de gestão de Manutenção actualmente em fase de desenvolvimento |

5. **Responsabilidades:** Gestor de processo DOM, Técnicos de Manutenção, Abastecimento, Saneamento

Fluxograma	Responsabilidade	Descrição
 <pre> graph TD 1[1) PI] --> 2{2) Aceita OT?} 2 -- N --> 2a[2a) PI Cancelado] 2a --> 2ah[2a) Histórico de Manutenção] 2 -- S --> 3{3) OT Aceite?} 3 -- N --> 4a[4a) Envia para preparação] 3 -- S --> 5[5) Aprovação para realização] 4a --> 5 5 --> 6[6) Aprovação pela Operação] 6 --> 7[7) Realização da OT] 7 --> 8[8) Relatório da OT/Manutenção] 8 --> 9{9) Confirmação da Reparação pela operação} 9 -- N --> 9a[9A) Correção de Trabalhos] 9a --> 7 9 -- S --> 10[10) Fecho de OT Histórico de Manutenção] </pre>	<p>1) Responsável de Abastecimento / Saneamento</p> <p>2) Gestor de processo DOM.</p> <p>3) Gestor da área de manutenção/Gestor de MAXIMO.</p> <p>4) Gestor de Área de manutenção/ Gestor de MAXIMO.</p> <p>5) Gestor de Área de manutenção/ Gestor de MAXIMO.</p> <p>6) Responsável de Abastecimento / Saneamento</p> <p>7) Técnicos de Manutenção.</p> <p>8) Técnicos de Manutenção</p> <p>9) Responsável de Instalação</p> <p>10) Gestor de processo DOM.</p>	<p>1) No sistema MAXIMO o Gestor de processo DOM é informado. Nas restantes infra-estruturas é informado via papel.</p> <p>2) O PI será cancelado sempre que não se confirme a avaria, por duplicação de pedido ou invalidação pelo gestor de processo DOM.</p> <p>3), 4) e 5) Apesar da aceitabilidade da OT esta pode ser enviada para preparação, nos casos que será necessário comprar material ou que não existe Recursos Humanos para a actividade, e só depois segue para realização. Caso contrário, a manutenção preenche a data prevista de realização da tarefa e segue para execução da mesma.</p> <p>6) Neste caso existe a hipótese de a operação propor uma nova data para a realização da tarefa</p> <p>7) Execução da OT.</p> <p>8) Realização do relatório. Nele deverá estar incluído o tempo despendido, o material utilizado com os respectivos custos e os quilómetros efectuados, quando aplicável.</p> <p>9) Envio de email por os serviços de manutenção para validação dos trabalhos efectuados. Caso não exista resposta no prazo de 48 horas considera-se a ordem de trabalho concluída.</p> <p>10) Esta informação é "input" para a revisão do plano de manutenção.</p>

Anexo 4 – Procedimento operativo de manutenção preventiva da AdNA

 ÁGUAS DO NORTE ALENTEJANO <small>Grupo Águas de Portugal</small>	PROCEDIMENTO OPERATIVO MANUTENÇÃO PREVENTIVA	REVISÃO N.º: 0 DOC.: PO_10
--	---	-------------------------------

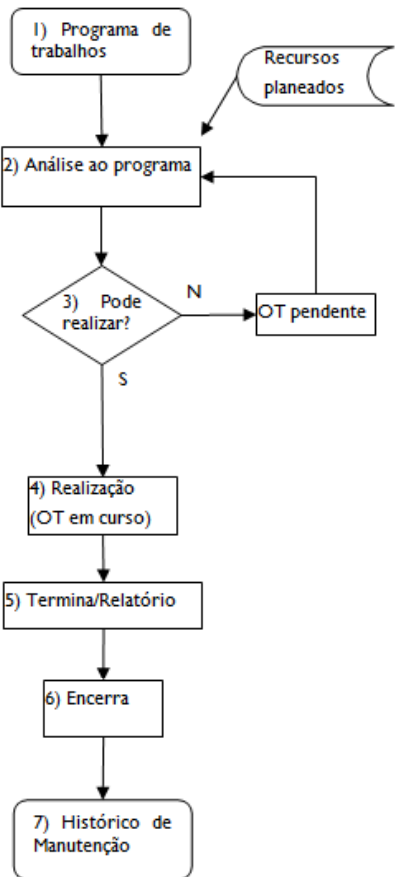
Objectivo: Definir os procedimentos a seguir para a execução de uma OT planeada

Âmbito: Aplicável a todos os Colaboradores da área da manutenção

Referência:

Definições: **OT** – ordem de trabalho

Responsabilidades: Gestor de processo DOM; Técnicos de Manutenção

Fluxograma	Responsabilidade	Descrição
 <pre> graph TD A[1) Programa de trabalhos] --> B[2) Análise ao programa] C[Recursos planeados] --> B B --> D{3) Pode realizar?} D -- N --> E[OT pendente] D -- S --> F[4) Realização (OT em curso)] F --> G[5) Termina/Relatório] G --> H[6) Encerra] H --> I[7) Histórico de Manutenção] </pre>	<p>1) Responsável da área de manutenção</p> <p>2) Responsável da área de manutenção</p> <p>3) Responsável da área de manutenção</p> <p>4) Todos os colaboradores da área de manutenção</p> <p>5) Responsável da área de manutenção</p> <p>6) e 7) Responsável da área de manutenção</p>	<p>1) Prepara a ordem de trabalho, com base no plano de manutenção elaborado.</p> <p>2) Analisa o programa detalhado da OT.</p> <p>3) Analisa se a OT pode ou não ser realizada. Pode ficar pendente, se não existirem os meios humanos necessários, os materiais, as ferramentas ou o pessoal técnico especializado.</p> <p>4) Realização da ordem de trabalho.</p> <p>5) Realização do relatório, nele deverá estar incluído o tempo despendido, o material utilizado com os respectivos custos e os quilómetros efectuados, quando aplicável.</p> <p>6) Encerramento da ordem de trabalho e seu registo. Este registo é feito em suporte informático, e em documentos impressos, e nele deverá estar incluído o tempo despendido, o material utilizado com os respectivos custos e os quilómetros efectuados, quando aplicável. Todos os colaboradores do departamento poderão consultar estes registos.</p> <p>7) Esta informação é “input” para a revisão do plano de manutenção.</p>

Anexo 6 – Relatório anual 2011 -

Descrição	Descrição Localização
Bomba doseadora	Bomba doseadora 2 - WACAB
Silo de Cal	Silo de armazenamento de cal
Electroagitador	Agitador de preparação de cal
Cuba c/ dois compartimentos	Cuba de preparação de carvão activado
Electroagitador vertical	Agitador 2 - carvão activado
Cuba de preparação de polielectrólito	Cuba de preparação de polielectrólito
Decantador 1 ETA Apartadura	Válvula Decantador 1
Medidor de nível	Medidor de nível cisterna água p lavagem
Quadro Eléctrico	Quadro Eléctrico - Obra de Entrada
Quadro eléctrico	Quadro eléctrico - Sulf Alum/Cal
Sist. Comunicação entre ETA e Enxames	Telegestão/Despacho em Alta de Apartadur
Electrocompressor	Compressor 2 (Ar de serviço)
Reservatório de Ar de serviço	Reservatório de ar comprimido
Filtro 1	Válvula Linha de Filtração 1
Filtro 4	Válvula Linha de Filtração 4
Clorómetro 1	Clorómetro 1
Analizador	Analizador pH Saída Decantadores
Quadro Eléctrico	Quadro Eléctrico - Aut Central
Autómato	Autómato do QE Geral
Grupo electrobomba vertical	Bomba 2 (S. Hidropneumático)
Decantador 3 ETA Apartadura	Válvula Decantador 3
Decantador 6 ETA Apartadura	Válvula Decantador 6
Grupo soprador de ar de lavagem	Soprador 1 do circuito de ar de lavagem
Detector de fugas de cloro	Detector de fugas de cloro
Grupo electrobomba vertical	Bomba 2 de água motriz dos clorómetros
Bomba de amostragem centrífuga	Bomba de amostragem da câmara de flocula
Adensador de lamas para espessador	Tratamento e Destino Final de Lamas
Analizador	Analizador Condutibilidade Obra de Entr
Caudalímetro Electromagnético	Medidor de caudal da obra de entrada
Medidor de nível	Medidor de nível cuba 2 WACB
Electrocompressor	Compressor 1 (Ar de serviço)
Secador / Arrefecedor de ar	Secador/Arrefecedor de Ar
Destruidor térmico de ozono residual	Destruidor térmico de O3 residual
Grupo electrobomba horizontal	Bomba 1 CO2
Electroagitador vertical	Agitador 2 do tanque de mistura rápida
Bomba doseadora	Bomba doseadora 1 - WACAB
Electroagitador	Agitador 1 - WACAB
Extractor mecânico de cal em pó	Extractor de cal
Bomba doseadora de cal	Bomba doseadora 1 de Cal
Analizador	Analizador pH Água Tratada
Analizador Cloro Residual	Analizador Cloro Residual
Medidor de nível	Medidor de nível cuba 1 WACB
Medidor de nível	Medidor de nível silo Cal
Bomba Doseadora	Bomba doseadora de polielectrólito 2
Grupo electrobomba vertical	Bomba 1 de água motriz dos clorómetros
Electroventilador Helicoidal	Ventilador 2 da sala de armazenamento de
Bomba de amostragem centrífuga	Bomba de amostragem da água tratada
Electrobomba	Bomba 2 de elevação de lamas
Quadro eléctrico	Quadro Eléctrico - Sistema de desidrataç
Autómato	Autómato Central
Filtro de ar (combinado)	Filtro de Ar combinado
Grupo electrobomba	Bomba 1 (S.Hidropneumático)

Anexo 6 – Relatório anual 2011 -

Electroagitador vertical	Agitador 1 - carvão activado
Bomba centrífuga monobloco	Bomba doseadora 2- carvão activado
Bomba doseadora de parafuso excentrico	Bomba doseadora de polielectrólito - lam
Máquina de desidratação de lamas	Máquina de desidratação de lamas
Medidor de nível	Medidor de nível cisterna água tratada
Pára raios	Pára raios
Quadro Eléctrico	Quadro eléctrico - CO2
Gerador de emergência	Gerador
Gerador de ozono	Gerador O3 1
Grupo electrobomba vertical	Compressor - (S.Hidropneumático)
Electroventilador helicoidal de telhado	Ventilador de telhado 1
Grupo electrobomba horizontal	Bomba 2 CO2
Cuba	Cuba 1 - Mistura WACAB
Electroventilador Helicoidal	Ventilador 1 da sala de armazenamento de
Bomba de amostragem centrífuga	Bomba de amostragem da água decantada
Electrobomba	Bomba 1 de elevação de lamas
Analizador	Analizador pH Obra de Entrada
Quadro Eléctrico	Quadro Eléctrico - Grupo hidropneumático
Quadro Eléctrico	Quadro Eléctrico - Cloro
Filtro 5	Válvula Linha de Filtração 5
Clorómetro 1	Clorómetro 2
Válvula Borboleta	Válvula bypass à câmara de contacto
Gerador de ozono	Gerador O3 2
Analizador	Analizador Cloro de Água Tratada
Decantador 4 ETA Apartadura	Válvula Decantador 4
Grupo electrobomba centrífugo	Bomba 1 para lavagem dos filtros
Medidor de nível	Medidor de nível cuba Leite de Cal
Grupo soprador de ar de lavagem	Soprador 2 do circuito de ar de lavagem
Cuba de mistura de polielectrólito	Cuba de mistura de polielectrólito - lam
Electrocompressor	Compressor
Quadro Eléctrico	Quadro Geral - ETA da Apartadura
Parafuso doseador com tremonha	Parafuso doseador - carvão activado
Bomba centrífuga monobloco	Bomba doseadora 1- carvão activado
Bomba Doseadora	Bomba doseadora de polielectrólito 1
Medidor de nível	Medidor de nível cisterna água da lavage
Quadro Eléctrico	Quadro Eléctrico - Ozono
Quadro Eléctrico	Quadro Eléctrico - C. Activado
Radio Modem	Telegestão/Despacho em Alta de Apartadur
Electroventilador helicoidal de telhado	Ventilador de telhado 2
Electroagitador vertical	Agitador 1 do tanque de mistura rápida
Cuba	Cuba 2 - Mistura WACAB
Decantador 2 ETA Apartadura	Válvula Decantador 2
Decantador 5 ETA Apartadura	Válvula Decantador 5
Grupo electrobomba centrífugo	Bomba 2 para lavagem dos filtros
Grupo electrobomba horizontal	Bomba 1 da lavagem dos filtros
Analizador O3 dissolvido	Analizador O3 dissolvido
Analizador	Analizador pH Saída Cam Floculação
Quadro eléctrico	Quadro Eléctrico - BD Polielectrólito
Switch c/ conversor para fibra optica	Telegestão/Despacho em Alta de Apartadur
Electroagitador vertical	Electroagitador de polielectrólito
Quadro Eléctrico	Quadro Eléctrico - Cuba Prep. Polielectr
Electroagitador	Agitador 2 - WACAB
Parafuso doseador	Parafuso doseador de cal

Anexo 6 – Relatório anual 2011 -

Bomba doseadora de cal	Bomba doseadora 2 de Cal
Grupo electrobomba horizontal	Bomba 2 da lavagem dos filtros
Filtro 3	Válvula Linha de Filtração 3
Filtro 6	Válvula Linha de Filtração 6
Electrocompressor	Compressor de reserva
Válvula reguladora de caudal	Válvula reguladora de caudal
Difusores porosos	Difusores porosos
Filtro 2	Válvula Linha de Filtração 2
Bomba sigma - carvão activado - Apartadura	Monitorização
Eletrodo de PH 1T614So29U01	Monitorização
Bomba doseadora 9 a 10 l/h@7 bar c/ det. nível	Monitorização
Bomba doseadora de leite de cal Dosapro	Bomba doseadora 1 de Cal
Bomba doseadora de carvão activado	Bomba doseadora 1- carvão activado
Agitador de cal TIMSA	Agitador de preparação de cal
Módulo de Radio Modem 405U	Telegestão/Despacho em Alta de Apartadur
Unidade de controlo remoto c/ comando local	Tratamento em ETA
Válvula de Borboleta motorizada DN400	Tratamento em ETA
Válvula borboleta DN400	Tratamento em ETA
Karcher HDS super M Eco	Tratamento em ETA
Válvula Eurostop DN200 PN10/16	Tratamento em ETA
Analizador de ozono com sonda de medição	Monitorização
Bomba Bengala Standard Punp - Pacota 4	Tratamento em ETA
Fossa estanque de polietileno - 5000 L	Tratamento e Destino Final de Lamas
Bombas para Cal - ETA da Apartadura	Tratamento em ETA
Bomba Leite de Cal para Eta da Apartadura	Tratamento em ETA
Secador de AR, Marca - Dryers Pole Star	Tratamento em ETA
Bomba p/ limpeza da cisterna da água tratada	Tratamento em ETA
Secador de Ar para a Eta da Apartadura	Tratamento em ETA
Sistema de comunicações da ETA da Apartadura	Tratamento em ETA
Edifício	Monitorização
Sistema de supervisão dos PE na ETA da Apartadura	Monitorização
Equipamento de dosagem de cloro	Tratamento em ETA
Detetor de fugas	Tratamento em ETA
Equipamento de armazenagem de cloro	Tratamento em ETA